



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2020

---

## **Einfluss einer variierenden Trypsin-Inhibitor-Aktivität auf die Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren beim Mastbroiler**

Kuenz, S ; Hoffmann, D ; Thurner, S ; Kraft, K ; Wiltafsky, M ; Damme, K ; Windisch, W ; Brugger, Daniel

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-190972>

Book Section

Published Version

Originally published at:

Kuenz, S; Hoffmann, D; Thurner, S; Kraft, K; Wiltafsky, M; Damme, K; Windisch, W; Brugger, Daniel (2020). Einfluss einer variierenden Trypsin-Inhibitor-Aktivität auf die Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren beim Mastbroiler. In: Harms, K; Windisch, W. 58. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. Grub: Selbstverlag: Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V., 115-120.

# **58. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V.**

## **Tagungsband**

*„Empfehlungen umsetzen – Rationsplanung und  
Rationskontrolle nutzen!“*

15. Oktober 2020, Web-Konferenz



Herausgeber:

Katrin Harms und Wilhelm Windisch

Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.

Liesel-Beckmann-Str. 2

85354 Freising

[bat@wzw.tum.de](mailto:bat@wzw.tum.de)

Selbstverlag:

Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.

ISBN 978-3-9816116-7-0

Für den Inhalt der Beiträge sind allein die Autoren verantwortlich.

# Inhaltsverzeichnis

## Übersichtsvorträge

Rodehutschord M Empfehlungen zur Versorgung von Nutztieren – Stand und Aktivitäten des Ausschusses für Bedarfsnormen (AfBN)	1
Hoedtke S Am Anfang steht die Analyse des Futters	5
Haidn B Automatisierung und Digitalisierung für Futter und Fütterung nutzen – Ansatzpunkte für mehr Tier- und Umweltschutz	12
Lingemann R & Schmitz B Mischfutteroptimierung im Griff?	19
Schneider S Schweinehaltung in Bayern - Status Quo: Zwänge und Handlungsspielräume in der Fütterung	24
Schäffler M Rationskontrolle: Möglichkeiten und Grenzen der Beprobung am Beispiel der Flüssigfütterung	31
Feldmann R Füttern über Computer und Handy: funktioniert das?	38
Brunlehner E-M Schweinehaltung in Bayern - Quo vadis? Lehren aus dem Projekt „Demonstration Farms“	42
Koch C Fütterungskonzepte mit Zukunft	51
Schuster H N-/P-reduzierte Fütterung umsetzen	54
Denißen J Futterselektion vermeiden- aktuelle Ergebnisse	60
Glatz-Hoppe J & Losand B Milchkontrolldaten zur Fütterungs- und Gesundheitskontrolle bei Milchkühen	68



## Fütterungsstrategien und Futtermittel

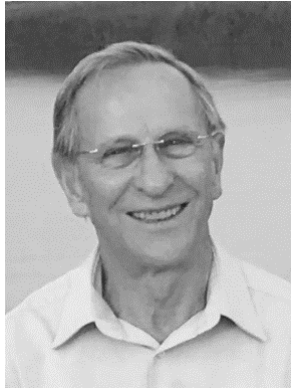
Schneider S, Kraft J, Brunlehner E-M Praktische Umsetzung der nährstoffangepassten Schweinefütterung – Eine bayerische Erfolgsgeschichte	76
Schättler J, Jacob I, Straub V, Bader K, Bessai A-K, Bilau A, Engels E, Fittje S, Glowacki S, Jäckel U, Jänicke H, Grundler F, Junghans J, Kempkens K, Köhler B, Köhler P, Kowalewicz A, Lösel D, Papke G, Schätzl R, Schneider M, Wurth W, Hartmann S Klee und Luzerne über das Nutztier in Wert setzen - das Netzwerk KleeLuzPlus bringt neue Impulse	82
Honig A, Spiekers H, Windisch W, Götz K-U, Ettle T Untersuchungen zur Verteilung von Fettgewebe bei wachsenden Fleckviehbullen in Abhängigkeit vom Energiegehalt der Ration	87
Riepl F, Kuenz S, Brugger D, Inhuber V, Windisch W, Spiekers H, Ettle T Einfluss von pansengesetztem Lysin in einer proteinreduzierten Ration auf die Mast- und Schlachtleistung wachsender Mastbullen	95
Ettle T, Obermaier A, Schuster H, Hammerl G Einfluss einer gestaffelten ruminalen N-Bilanz auf Futteraufnahme und Milchleistung von Braunvieh- und Fleckviehkühen	100
Schröder A, Pfeil K, Toft Bruhn A Einfluss pansengeschützter Aminosäuren auf Milchleistungsparameter und Ökonomie unter Berücksichtigung verschiedener Proteinbewertungssysteme	107
Kuenz S, Hoffmann D, Thurner S, Kraft K, Wiltafsky M, Damme K, Windisch W, Brugger D Einfluss einer variierenden Trypsin-Inhibitor-Aktivität auf die Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren beim Mastbroiler	115

## Futtermittelzusatzstoffe und Diätfuttermittel

Preißinger W, Scherb S, Propstmeier G, Zißler E Monoglyceride mittelkettiger Fettsäuren im Futter von abgesetzten Ferkeln - Auswirkungen auf Futteraufnahme und Leistung	122
Möddel A, Kröger I, Holl E Antimikrobielle Einflüsse eines phytogenen Futterzusatzstoffes im In-vitro-Versuch gegenüber Antibiotika und MCFAs	128
Preißinger W, Scherb S, Propstmeier G, Becher V Einfluss eines Ergänzungsfutters auf Basis von Hefen, Kräutergrünmehl und Zink auf zootechnische Parameter und Kotbeschaffenheit von abgesetzten Ferkeln	134
Cisse S, Benarbia M, Friedrich M, Gabinaud B, Belz E, Guilet D, Chicoteau P, Zemb O, Reindl F Einfluss eines standardisierten Citrusextraktes als Futterergänzung auf die Mikrobiota der Sau, ihr Wohlbefinden und die Leistung der Ferkel nach dem Absetzen	141

Philipps P, Ocasio-Vega C, Horn K, Bargo F, Steinruck U Wirtschaftlichkeit eines <i>Aspergillus oryzae</i> -Fermentationsproduktes in unterschiedlich optimierten Milchviehrationen	149
de Groot N, Faba L, Schalk C Competitive exclusion by promoting growth of beneficial bacteria after <i>Salmonella</i> infection	154
Kvidera S, Ibraheem M, Bradford B, Daubinger K, Perryman K & Araujo D The complete replacement of sulfate trace mineral sources with copper, zinc and manganese hydroxides improves NDF and DM digestibility in cattle diets	158
Tünte M, Westendarp H, Schön H-G, Fenske K, Reeken J-B Einfluss der Fütterung eines speziell bearbeiteten Mariendistelextraktes auf die Milchleistung, -qualität und Gesundheit von Milchkühen	165
Schomaker T, Kindermann M, Walker N, Wiemann M Möglichkeiten der Reduzierung von Methanemissionen aus der Milchviehhaltung durch den Einsatz eines neuartigen Futterzusatzstoffes	172
Turner T, Ramirez S, Gott P, Tacconi A, Murugesan G Colostrum quality enhanced by phytogenic feed additive during close-up period	178
Kröger I, Wilhelm M, ten Doeschate R, van Hout M Phytase 4a19 ermöglicht starke P-Reduktion in Rationen mit ausreichendem Phytatgehalt	185
Rossi B, Bartelt J and Grilli E Low dose of microencapsulated zinc oxide increases growth performance and reduces faecal zinc level in weanling pigs	190
Jacobs A, Harks F, Hazenberg L, Hoeijmakers M, Nell T, Pel S, Segers R Effizienz eines inaktivierten <i>Lawsonia intracellularis</i> -Impfstoffes beim Schwein bei Belastungsinfektion und unter Feldbedingung	194
Hoping B, Keimer B, Schlagheck A and Hummel J Hydrolyzed yeast <i>Kluyveromyces fragilis</i> improved growth performance and health parameter in calves reared for beef production	202
Tünte M, Reeken J-B, Haufe S Neutralisationskapazität von standardisierten Huminsäuren auf ausgewählte Schadstoffe und Toxine in Abhängigkeit von dem pH-Wert	207
Tünte M, Strohmaier M, Kohlleppel K, Gammel G Einfluss der Fütterung von standardisierten Huminsäuren an Legehennen auf ausgewählte Leistungs- und Eiqualitätsparameter sowie die Mortalität	211
Autorenverzeichnis	216
Werbepartner	218

## Prof. Dr. Dr. habil. Franz Xaver Roth zum Gedenken



Am 30. Mai 2020 verstarb Prof. Dr. Dr. habil. Franz Xaver Roth, Emeritus des Fachgebiets Tierernährung und Leistungsphysiologie an der Technischen Universität München (TUM), im Alter von 78 Jahren vollkommen unerwartet in Folge eines tragischen Verkehrsunfalls.

Franz Xaver Roth absolvierte eine breite agrarwissenschaftliche Ausbildung von der landwirtschaftlichen Lehre über die Ingenieurschule für Landbau in Triesdorf, das Hochschulstudium an der TUM in Weihenstephan bis zur Promotion am damaligen Institut für Ernährungsphysiologie der TUM (Abschluss im Jahre 1971). Dort setzte er seine Forschungsarbeiten fort, habilitierte im Jahre 1978, wurde 1985 von zum Professor (Extraordinarius) für Tierernährung ernannt und blieb der Technischen Universität München in Weihenstephan bis zu seiner Emeritierung im Jahre 2007 treu.

In Jahrzehnten unermüdlichen Schaffens leitete Franz Xaver Roth die Versuchsanlage für Tierernährung am Institut für Ernährungsphysiologie der TUM in Weihenstephan. Diese war hinsichtlich Konzeption und Einrichtung wegweisend aufgebaut und bildete ein international anerkanntes Zentrum für Ernährungsforschung an landwirtschaftlichen Nutztieren. Franz Xaver Roth widmete sich hier insbesondere der Tierernährungsforschung zu Fragen der Funktionalität und Gesunderhaltung des Verdauungstrakts von Schweinen und Geflügel. Sein translationaler Forschungsansatz trat insbesondere bei seinen Arbeiten zur Wirkung organischer Säuren und ähnlicher Stoffe im empfindlichen Verdauungstrakt von Ferkeln zutage. Diese grundlagenorientierten Studien trugen maßgeblich zur Minderung des Einsatzes von Medikamenten in der Schweinehaltung bei und bestimmen bis heute den Fütterungsalltag. Aus all diesen wissenschaftlichen Aktivitäten resultierte ein umfangreiches Werk von über 140 Publikationen in internationalen, wissenschaftlichen Journalen sowie zahllose wissenschaftliche Tagungsbeiträge und Vorträge. Hochrangige Auszeichnungen, wie der Henneberg-Lehmann-Preis (1979) zeugen von der Wertschätzung seiner wissenschaftlichen Leistungen.

Doch noch weitere Wesensmerkmale kennzeichnen Franz Xaver Roth als prägenden Wissenschaftler. Sein Engagement in der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V. als Geschäftsführer und später als Mitgestalter von Tagungen, seine unermüdliche Arbeit an der kontinuierlichen Aktualisierung des Lehrbuchs Tierernährung und insbesondere sein erfolgreiches Engagement als Hochschullehrer zeugen von seinem tiefen Bestreben, die Forschung mit der Praxis zu verbinden. Rückblickend besteht seine größte Leistung jedoch in der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Franz Xaver Roth war ein wissenschaftlich prägender, gleichzeitig aber auch sehr fürsorglicher Doktorvater für über 25 junge Menschen, die ihm dadurch bis heute tief verbunden sind; und er war ein vorbildlicher Vorgesetzter für alle seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

In stiller Trauer verabschieden wir uns von einem prägenden Wissenschaftler, Lehrer und Menschen.

## **Empfehlungen zur Versorgung von Rind, Schwein und Geflügel – Stand und Aktivitäten des Ausschusses für Bedarfsnormen (AfBN)**

### **M. Rodehutscord**

Institut für Nutztierwissenschaften, Universität Hohenheim

Vorsitzender des Ausschusses für Bedarfsnormen

### **Einleitung**

Die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere (GEH), die im Jahr 1987 in die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) umbenannt wurde, richtete im Jahr 1975 den Ausschuss für Bedarfsnormen (AfBN) ein. Die Zielstellung dabei war, Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung landwirtschaftlicher Nutztiere zu erarbeiten, und zwar auf der Grundlage des Kenntnisstandes der internationalen Wissenschaft und mithin dynamisch. Im Vorwort zu der 1978 erschienenen ersten Publikation des AfBN unter dem Titel "Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung" heißt es bereits: "Der Tierernährungswissenschaft obliegt der Auftrag, qualitative und quantitative Kenngrößen zur Festlegung des Bedarfs an Energie und Nährstoffen für Tiere zu erarbeiten. Die gewonnen Erkenntnisse haben nur vorläufige Gültigkeit. Sie sind fortlaufenden Ergänzungen und Weiterentwicklungen unterworfen. Daher ist von Zeit zu Zeit zu überprüfen, ob neue Forschungsergebnisse geeignet sind, die bisherigen Vorstellungen zum Energie- und Nährstoffbedarf zu präzisieren."

So wurde infolge von fortschreitendem Wissen, aber auch von veränderten landwirtschaftlichen Strukturen und dynamischen Rahmenbedingungen (z. B. politisch oder technisch) diese Zielsetzung kontinuierlich erweitert. Die Entwicklung und Standardisierung von Futterbewertungskriterien sowie die Verzahnung der Bedarfsableitung mit neuen Futterwertkriterien und -daten kamen hinzu, z. B. das nXP/RNB-System für Milchkühe, die praecaecal verdaulichen Aminosäuren beim Schwein, oder die Umsetzbare Energie beim Pferd. Aus der anliegenden Liste der Bücher und Mitteilungen des AfBN wird diese Entwicklung erkennbar. Heute besteht der Anspruch, dass eine der Leistung entsprechende Deckung des Bedarfs erreicht wird, die Gesundheit der Tiere erhalten bleibt, und die Emissionen in die Umwelt möglichst gering sind. Zudem sollen knappe natürliche Nährstoffressourcen geschont werden. Dies alles erfordert, dass der AfBN seine Arbeitsergebnisse regelmäßig überprüft und aktualisiert, was anhand der anliegenden Liste ebenfalls erkennbar wird. Es ist der Anspruch des AfBN, mit seinen Arbeiten den tierhaltenden landwirtschaftlichen Betrieben zur bestmöglichen Handlungsgrundlage zu verhelfen. Zudem trägt der AfBN mit seinen Stellungnahmen zu aktuellen Themen zu wissensgeleiteten Diskussionen und Entwicklungen bei, z.B. bei der energetischen Futtermittelbewertung oder der Unerlässlichkeit von Tierversuchen.

Der aktuelle Arbeitsschwerpunkt ist die Überarbeitung der Versorgungsempfehlungen für Milchkühe. Seit Jahrzehnten ist die Leistungsbereitschaft der Tiere infolge züchterischen Fortschritts gestiegen, allerdings ohne einen entsprechend hohen Anstieg des Futteraufnahmevermögens. Außerdem haben sich die Haltungverfahren und Fütterungstechniken verändert, die Futtermittelgrundlage ist ebenfalls eine andere als vor Jahrzehnten. Dies erfordert angepasste Vorgehensweisen und Konzepte, die es ermöglichen, die Zielkonflikte zwischen Bedarfsdeckung, Wiederkäuergerechtigkeit, Tiergesundheit und

Umweltwirkung zu vermeiden. Zu diesem Zweck werden die Systeme weiterentwickelt, insbesondere bei der Energie-, Protein- und Strukturbewertung, aber auch bei anderen Nährstoffen.

Zur Umsetzung seiner Ziele ist der AfBN mit Gremien des Wissenstransfers und der Beratung eng vernetzt. Zu diesen Gremien zählen der DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung und die mit ihm assoziierten Beratungsgremien und Verbände, die Fachgruppen Tierernährung und Produktqualität sowie Futtermitteluntersuchung des VDLUFA, Landesarbeitskreise wie der BAT und Ministerien. Für den AfBN ist dieses Netzwerk ein wichtiger Stimulus, weil Wissenslücken und Arbeitsbedarfe aus der landwirtschaftlichen Praxis und Verwaltung formuliert werden. Andererseits stellt dieses Netzwerk den koordinierten Transfer der Arbeitsergebnisse des AfBN in die Praxis mit ihren vielfältigen Facetten sicher.

Dem AfBN gehören sechs Wissenschaftler als ständige Mitglieder an. Vorschläge für neue Mitglieder werden dem Vorstand der GfE unterbreitet, die Berufung erfolgt durch die Mitgliederversammlung der GfE. Bei der Zusammensetzung des AfBN wird darauf geachtet, dass durch die Mitglieder Fachwissen zur Ernährung der wichtigsten Tierarten und -kategorien vorhanden ist. Projekt- und themenspezifisch werden sachverständige Wissenschaftler vom AfBN in entsprechende Arbeitsgruppen berufen. Vorsitzende des AfBN waren bis 1992 Kurt Bronsch, von 1993 bis 2000 Manfred Kirchgeßner und von 2001 bis 2011 Gerhard Flachowsky. Die Geschäftsführung wird durch die DLG ermöglicht. Geschäftsführer waren seit der Gründung bis 1994 Hans-Hermann Freese und von 1995 bis 2017 Walter Staudacher. Seitdem ist der Geschäftsführer Detlef Kampf.

Die Mitarbeit der Wissenschaftler im AfBN erfolgt im Ehrenamt, womit eine natürliche Begrenzung der Arbeitsressourcen einhergeht. Sehr große Vorhaben sind daher ohne begleitende Projektförderung nicht durchführbar. Der AfBN ist sehr dankbar für die finanzielle Unterstützung von Projekten durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, administriert durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Dies betrifft die 2014 erschienenen Versorgungsempfehlungen für Pferde und in besonderer Weise die laufenden Arbeiten an den Versorgungsempfehlungen für Milchkühe.

Übersicht: Veröffentlichungen des Ausschusses für Bedarfsnormen (AfBN) der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie seit 1993

1993	Überarbeitete Empfehlungen zur Versorgung von Milchkühen mit Calcium und Phosphor	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 1, 108-113
1994	Zur Bestimmung des verdaulichen Phosphors beim Schwein	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 2, 113-119
1994	Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 5: Pferde	DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
1995	Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 6: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder	DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
1995	Zur Energiebewertung beim Wiederkäuer	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 4, 121-123
1996	Energie-Bedarf von Schafen	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 5, 149-152
1996	Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie und Nettoenergie-Laktation in Mischfuttern	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 5, 153-155
1996	Anwendung der Schätzformel für die Kontrolle des Energiegehaltes von Mischfutter für Schweine	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 5, 157-158
1997	Überarbeitete Empfehlungen zur Versorgung von Schweinen mit Phosphor	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 6, 193-200
1997	Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtkälbern und Aufzuchtrindern	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 6, 201-215
1997	Zum Proteinbedarf von Milchkühen und Aufzuchtrindern	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 6, 217-236
1998	Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 7, 141-150
1999	Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutz- tiere. Nr. 7: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoff- versorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler)	DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
1999	Empfehlungen zur Proteinversorgung von Aufzuchtkälbern	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 8, 155-164
2001	Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder	DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
2002	Bestimmung der praecaecalen Verdaulichkeit von Aminosäuren beim Schwein – Empfehlung zur standardisierten Versuchsdurchführung	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 11, 233-245
2003	Prediction of digestible energy (DE) in horse feed	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 12, 123-126
2003	Prediction of metabolisable energy (ME) in complete dog and cat foods	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 12, 117-122
2003	Energy and nutrient requirements of livestock. No. 9: Recommendations for the supply of energy and nutrients to goats	DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
2004	Prediction of metabolisable energy (ME) in total mixed rations (TMR) for ruminants	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 13, 195-198
2004	Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastputen	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 13, 199-233
2005	Determination of digestibility as the basis for energy evaluation of feedstuffs for pigs	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 14, 207-213

2006	Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 10: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen	DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
2008	Energy and nutrient requirements of livestock. No. 10: Recommendations for the supply of energy and nutrients to pigs	DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
2008	Prediction of metabolisable energy of compound feeds for pigs	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 199-204
2008	New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 191-198
2009	New equations for predicting metabolisable energy of compound feed for cattle	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 18, 143-146
2014	Evaluation of structural effectiveness of mixed rations for dairy cows – status and perspectives	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 23, 166-179
2014	Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 11. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Pferden	DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
2017	Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie und der Verdaulichkeit der Organischen Substanz von Grobfutterleguminosen für Wiederkäuer	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 26, 194-202
	Equations for predicting metabolisable energy and digestibility of organic matter in forage legumes for ruminants	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 26, 186-193
2017	Stellungnahme zur energetischen Futterbewertung beim Schwein auf Basis Umsetzbarer Energie versus Nettoenergie	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 26, 210-217
	Statement on energy evaluation of feeds for pigs based on metabolisable energy versus net energy	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 26, 203-209
2017	Stellungnahme zur Unerlässlichkeit von Tierversuchen und zur Eignung von Ersatzmethoden in der Tierernährungsforschung	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 26, 218-224
2020	Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie und der Verdaulichkeit der Organischen Masse von Maisprodukten für Wiederkäuer	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 29, 171-175

**Autorenanschrift:**

Prof. Dr. Markus Rodehutscord  
 Universität Hohenheim  
 Institut für Nutztierwissenschaften  
 Emil-Wolff-Str. 8  
 70599 Stuttgart

## Am Anfang steht die Analyse des Futters

**Sandra Hoedtke**

LMS Agrarberatung GmbH, LUFA Rostock

### Einleitung

Sowohl die auf dem landwirtschaftlichen Betrieb erzeugten Futtermittel als auch die Zukaufsfuttermittel der verarbeitenden Industrie nehmen direkten Einfluss auf Tierleistung und

-gesundheit und stehen damit ebenfalls in Zusammenhang mit der Qualität tierischer Lebensmittel. Genaue Kenntnis der wertgebenden organischen und anorganischen Futterinhaltsstoffe ist nicht nur vorteilhaft, sondern in verschiedenen Belangen der heutigen Landwirtschaft zwingend erforderlich. So ist die Optimierung von Futtermischungen und -rationen im Hinblick auf u.a. Ökonomie, Ressourcenschonung und Umweltschutz unerlässlich. Angaben zu Inhaltsstoffen nahezu aller Futtermittel können umfangreichen Tabellenwerken entnommen werden. Allerdings muss die ausschließliche Benutzung von tabellierten Werten gerade beim wirtschaftseigenen Grund- und Kraftfutter kritisch betrachtet werden, da natürliche Streuungen aufgrund von z.B. Sorten- oder Witterungseinflüssen nicht einbezogen werden. Der laboranalytischen Ermittlung des aktuellen Futterwertes zur bedarfs- und tierartgerechten Rationsformulierung kommt daher besondere Bedeutung zu.

Die mit der Futtermittelanalytik beauftragte Untersuchungseinrichtung ist im Interesse der Analysensicherheit vorzugsweise ein akkreditiertes Labor, das eine regelmäßige interne und externe Qualitätssicherung durchführt. Die Angabe der jeweils angewendeten Analysemethoden auf dem Attest hilft bei der Interpretation der spezifischen Ergebnisse. Während für die amtliche Futtermittelüberwachung die zu verwendenden Methoden gesetzlich vorgeschrieben sind (VO [EG] 882/2004) gibt es für die Futtermitteluntersuchung im Rahmen der Rationsplanung bzw. -kontrolle keine verbindlichen Regelungen. In Abhängigkeit der Durchführung können verschiedene Methoden, die bei einem Analysenparameter angewendet werden daher zu unterschiedlichen Ergebnissen führen und somit zwischen Laboren variieren. Grundsätzlich ist die Anwendung von vornehmlich nasschemischen Referenzmethoden nach EU-Richtlinien vorteilhaft und in Streitfällen sogar zwingend notwendig. Die Referenzmethoden sind exakt beschrieben, standardisiert und validiert (VO [EG] 152/2009). Der sogenannten Methodenkaskade folgend können bei Nichtverfügbarkeit solcher Methoden international oder national standardisierte Methoden (CEN, DIN) zur Anwendung kommen. Auf der nächsten Hierarchiestufe stehen Methoden aus Sammlungen von Interessensverbänden wie dem Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA, 2012), welcher im deutschsprachigen Raum umfangreiche Methodenarbeit leistet.

### Die Bedeutung der Probenahme

Eine genaue Bewertung des Futterwertes ist nur aufgrund einer exakten Analytik möglich. Letztere wiederum kann selbst bei größtmöglicher Sorgfalt der durchgeführten Kalibrierungen und Messungen keine Fehler mehr beheben, die bereits bei der Probenahme des Futtermittels entstanden sind. Für nichtamtliche Untersuchungen trägt der jeweilige Auftraggeber die Verantwortung für eine



ordnungsgemäße und repräsentative Probenahme, welche stets im Zusammenhang mit einer klaren analytischen Fragestellung stehen sollte.

Betrachtet man alle Faktoren, die Einfluss auf das Analyseergebnis aufweisen, so ergibt sich der Analysefehler jeder Untersuchung aus der Summe mehrerer Einzelfehler, wobei die Probenahme den größten Anteil des Gesamtfehlers einnimmt (Abb. 1).

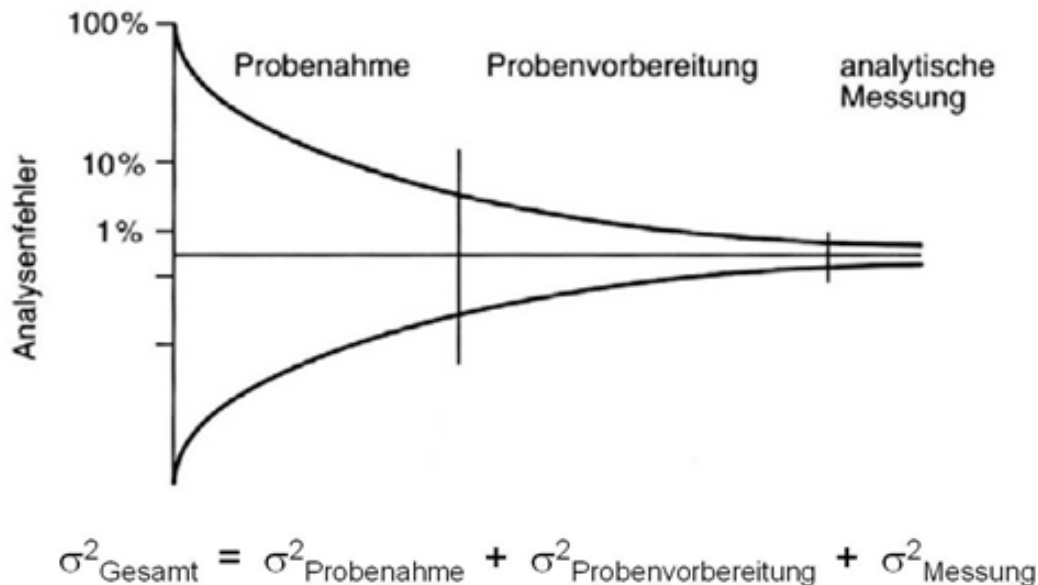


Abb. 1: Fehlerquellen in der analytischen Chemie (nach Cammann, 2000)

Untersuchungs- und Beratungsstellen unterstützen mit Probenehmern, die nach akkreditierten Methoden Probenahmen durchführen. Zur Minimierung des Probenahmefehlers und im Zuge der Eigenkontrolle existieren verschiedene Vorschriften oder sind Empfehlungen erarbeitet worden. Grundlegend sind dabei die amtlichen Vorgaben (VO (EG) Nr. 152/2009 Anhang 1 zuletzt geändert durch VO (EU) Nr. 691/2013) sowie die DIN EN ISO 6497:2005. Weiterhin findet sich im VDLUFA-Methodenbuch Bd. III an erster Stelle ein Kapitel mit mehreren Methoden, die die Probenentnahme betreffen (VDLUFA, 2012). Darüber hinaus sind spezielle Anforderungen an die Probenahme durch Prüfsysteme wie z.B. QS oder GMP+ zu berücksichtigen. Eine akkurate Probenlogistik als Bestandteil der Probenahme sorgt für einen zügigen Transport der luftdicht verschlossenen und vor Wärme und Feuchtigkeit geschützten Probe. Damit werden eine zeitnahe Analyse gewährleistet und chemische und strukturelle Veränderungen ausgeschlossen.

## Kenngrößen der Futterbewertung

Aus der globalen Forderung der Bereitstellung ausreichender Mengen an Lebensmitteln bei gleichzeitig minimalem Gehalt an unerwünschten Stoffen leiten sich die wesentlichen Erwartungen an die Tierernährungswissenschaft ab. Die effektive Konvertierung von Futterinhaltsstoffen in tierische Produkte (Ressourceneffizienz, Nährstoffökonomie) steht dabei in direktem Zusammenhang mit der Gesundheit und Leistung der Tiere, weshalb die Kenntnis und möglichst genaue Deckung des Bedarfs

an Energie und Nährstoffen essentiell ist (Flachowsky, 2007). Stetiger Erkenntniszuwachs in der Tierernährungsforschung aus Versuchsdaten ermöglicht die Ableitung von Versorgungsempfehlungen, die in Deutschland vom Ausschuss für Bedarfsnormen (AfBN) der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) erarbeitet werden. Kontinuierliche Veränderungen im genetischen Potential der Tiere oder veränderte Zuchtziele erfordern regelmäßige Anpassungen der Versorgungsempfehlungen. Zur Arbeit des AfBN sei an dieser Stelle auf den Beitrag von Prof. Dr. Markus Rodehutschord in diesem Tagungsband verwiesen. Für die bedarfsdeckende Energieversorgung ist die korrekte Ermittlung des Energiegehaltes der Futtermittel wesentlich. Als Bestandteil des Futterwertes ist der Energiegehalt jedoch keine analytisch fassbare Größe, sondern vielmehr das Produkt, das aus der Nährstoffverwertung resultiert. In der Arbeitsroutine der Untersuchungslabore werden für die Berechnung der Energie für alle Tierarten Schätzgleichungen genutzt, wie z.B. die aktuell überarbeitete Schätzgleichung zur Berechnung der Umsetzbaren Energie von Maisprodukten für Wiederkäuer (GfE, 2020). Die laboranalytische Bestimmung der Weender Inhaltsstoffe Rohasche, Rohprotein und Rohfett sowie die Saure-Detergentien-Faser nach Veraschung (ADFom) und der in vitro-Parameter Enzymlösliche Organische Substanz (ELOS) bilden hier die Grundlage der Energieberechnung.

Für verschiedene Inhaltsstoffe sind tierartenabhängig jedoch nicht ihre absoluten Gehalte im Futtermittel, sondern vielmehr ihre Verfügbarkeit entscheidend. Aufgrund des Vorkommens von Phytat, welches in Pflanzen z.B. Phosphat aber auch verschiedene Ionen bindet, ist die Verwertbarkeit von Phosphor für Monogaster reduziert. Die Phosphorbewertung beim Schwein erfolgt daher auf der Basis des verdaulichen P, was es ermöglicht, die Tiere exakt ihrem Bedarf entsprechend zu füttern. Eine hinreichend genaue Schätzung der P-Verdaulichkeiten auf der Basis chemischer Analysen ist nicht möglich, weshalb eine direkte Messung am Tier erfolgen muss. In Betracht zu ziehen ist weiterhin der Gehalt an pflanzeigenen Phytasen, welche die P-Verdaulichkeit erhöhen können. Eine Einordnung der Futtermittel in Klassen der Verdaulichkeit findet sich in der DLG-Informationsschrift 1/1999 (DLG, 1999). Nicht außer Acht gelassen werden darf allerdings die an sich hohe Variabilität des Gesamt-P-Gehaltes in Futtermitteln. So berichtet Steinhöfel (2015) im Rahmen von sächsischen Untersuchungsbefunden über eine Spannbreite von 2,9 bis 4,6 g P/kg TM in 246 Weizensorten. Ähnlich weite Gehaltsschwankungen wurden bei Aminosäuren festgestellt (z.B. Lysin: 2,9 - 5,0 g/kg TM). Auch hier ist jedoch nicht der Bruttogehalt, sondern die verdauliche Aminosäure entscheidend. Die Aminosäurebewertung bei Schweinen erfolgt mit der Veröffentlichung der Versorgungsempfehlungen der GfE (GfE, 2006) auf Basis der praecaecalen Verdaulichkeit (pcv), da im Dickdarm (Caecum) des Schweines keine weitere Eiweißverdauung stattfindet. Nur teilweise erfolgt weiterhin eine Einbeziehung der Aminosäurebruttogehalte, wo insbesondere von Nebenprodukten aus der Verarbeitung tierischer und pflanzlicher Rohstoffe noch keine Angaben zur pcv vorliegen.

Zentrale Größe der Proteinbewertung beim Wiederkäuer sind neben dem nutzbaren Rohprotein (nXP), das im Pansen gebildete Mikrobenprotein sowie der unabgebaute Teil des XP (UDP). Das UDP ist nur mit erheblich experimentellem Aufwand in vivo bzw. in situ an fistulierten Tieren zu bestimmen, weshalb der Bedarf an einer Schätzung dieses Proteinwertes im Labor groß ist. In der derzeitigen Anwendung befinden sich u.a. *in vitro* - Methoden wie der modifizierte Hohenheimer Futterwerttest (Steingäß et al., 2001) sowie eine chemische Fraktionierung des Rohproteins gemäß dem Cornell net carbohydrate and protein system (CNCPS, Licitra et al., 1996). Nach Shannak et al. (2000) kann aus den Rohproteinfraktionen unter Einbeziehung der Gehalte an XP und Neutral-Detergentienfaser (NDF) der UDP-Gehalt unter Annahme von Passageraten aus dem Pansen von 2, 5, und 8 %/h geschätzt werden. Eine intensive experimentelle Bearbeitung ist jedoch fortzusetzen, um Fortschritte hinsichtlich Erweiterung und Weiterentwicklung der Schätzung des Proteinwertes von Futtermitteln für Wiederkäuer erreichen zu können (Südekum, 2004).

## Schnellverfahren in der Futtermittelanalytik

Mit dem Wissen um bisweilen hohe Variationen verschiedener Kenngrößen des Futterwertes werden von der Praxis zunehmend analytische Schnellverfahren gefordert, um bei Rationsformulierungen aus verschiedenen Futterchargen flexibel reagieren zu können. Bereits gut etabliert hat sich die Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS). Die NIRS ist ein indirektes Messverfahren und basiert auf Messungen der spektroskopisch-physikalischen Eigenschaften von Proben. Das Prinzip der NIRS besteht darin, dass die zu untersuchende Probe im Nah-Infrarotlicht (800-2500 nm) bestrahlt wird und der reflektierte Strahlungsanteil in Abhängigkeit von der Wellenlänge gemessen wird. Aus der Intensität des reflektierten bzw. des durch die Probe durchscheinenden Lichtes des Nah-Infrarotspektrums kann auf die Quantität der Inhaltsstoffe geschlossen werden. Die Vorteile dieses Messverfahrens liegen in der geringen benötigten Probenmenge, der Vielzahl quantifizierbarer Inhaltsstoffe sowie den geringen analytischen Kosten. Allerdings erfordert die NIRS-Messung eine Kalibrierung mit Hilfe von Referenzmethoden, die mögliche Variabilität der zur Messung anstehenden Proben muss bereits in der Kalibrierung enthalten und bei der Validierung berücksichtigt sein. Die mittels NIRS gemessenen Inhaltsstoffe entsprechen folglich umso mehr dem Gehalt aus der nasschemischen Referenzmethode je mehr Werte in die Kalibration einfließen. So konnten Aulrich und Witten (2019) zur Messung von Aminosäuren verschiedene Kalibrationsmodelle für Getreide und großkörnige Leguminosen erstellen, wobei die Regressionskoeffizienten der Kalibrierungen zwischen 0,91 und 1,0 lagen. Eine Schätzung der B-Vitamine mittels NIRS war hingegen nicht zufriedenstellend.

Eine unkomplizierte und schnelle Analytik ist ebenfalls im Bereich unerwünschter Stoffe vorteilhaft, beispielsweise für Glucosinolate in der Rapssaat. Trotz des beachtlichen Züchtungsfortschrittes von 00-Raps sind die Saaten und daraus hergestellte Futtermittel nicht vollkommen glucosinolfrei, sondern können noch unterschiedlich hohe Gehalte an Glucosinolaten aufweisen (EU-Höchstwert 25 mmol/kg). In Untersuchungen von Schumann (2004) wurde neben der amtlichen HPLC-Methode die NIRS-Technik bei ganzer Rapssaat angewendet. Ringversuche zeigten, dass eine vergleichbare Präzision bei der Bestimmung des Glucosinolatgehaltes mittels NIRS möglich ist, wie sie von der amtlichen Methode verlangt wird. Auffällig war, dass die untersuchten Winterrapssorten erhebliche Gehaltsdifferenzen aufwiesen. In einigen Erntejahren wurden bis zu 18 mmol/kg Glucosinolate ermittelt (Obergrenze der Selbstverpflichtung der Pflanzenzüchter), einzelne Sorten lagen sogar > 25 mmol/kg und waren damit nicht mehr als 00-Raps anzusprechen. Weiß und Schöne (2010) berichten von einer Streubreite der Einzelwerte zwischen 5 und 26,5 mmol/kg in Rapskuchen, was im Hinblick auf den Einsatz von Rapsprodukten in der Tierernährung eine kontinuierliche Analyse des Glucosinolatgehaltes erforderlich macht.

Ausdrücklich darauf hingewiesen werden muss an dieser Stelle, dass mittels NIRS nur organische Inhaltsstoffe bestimmt werden können. Nicht möglich ist die Anwendung der NIRS für die Bestimmung von Asche bzw. Mineralstoffen und Spurenelementen (VDLUFA, 2003). Ein entsprechendes Schnellverfahren zur Ermittlung anorganischer Bestandteile (überwiegend im Grundfutter) stellt die Röntgen-Fluoreszenz-Analyse (RFA) dar. Wie bei NIRS handelt es sich bei der RFA um ein physikalisches Verfahren, bei dem keine Probenaufschlüsse benötigt werden. Die Konzentrationen der Elemente werden unabhängig von ihrer chemischen Bindung beruhend auf der atomeigenen charakteristischen Strahlung analysiert. Die RFA kann jedoch nicht für Elemente angewendet werden, die leichter als Bor sind. Belastbare Analysewerte sind ab der Atommasse von Natrium zu erwarten.

Ein prominenter Vertreter antinutritiver Inhaltsstoffe ist der Trypsin-Inhibitor (TI), der sich vornehmlich in großkörnigen Leguminosen wie Soja- oder Ackerbohne findet. Eine thermische Behandlung führt zu einer signifikanten Reduktion des TI, der Abbau kann jedoch unvollständig sein. Eine indirekte Schnellbestimmung der TI-Aktivität (TIA) ist die Ermittlung der Ureaseaktivität. Da Urease ähnlich thermoinstabil ist wie der TI, kann bei einer geringen Ureaseaktivität ebenfalls auf eine geringe TIA geschlossen werden (Asam et al., 2014). Neben den im Allgemeinen sehr aufwändigen Analysen für antinutritive Inhaltsstoffe sind außerdem Bestimmungsmethoden über Mikrotiterplatten

in der Routineanalytik etabliert. Nach Župunski et al. (2018) ist diese Methodik für TIA jedoch mit erheblichen Messunsicherheiten behaftet, wobei die Extinktionsmessung und die Vorbereitung des Probenreaktionsgemisches den größten Anteil (71 %) an der Messungenauigkeit einnehmen (Župunski et al., 2016). Auch für die Analyse von Phytinsäure existieren einfache und schnell durchführbare kolorimetrische (Costa-Bauza et al., 2012) und chromatographische (Talamond et al., 1998) Messmethoden.

## Futtermittelhygiene und -sicherheit

Die Basis sicherer Lebensmittel tierischer Herkunft sind Futtermittel von hygienisch einwandfreier Qualität. Grundsätzliche Anforderungen an die Herstellung und Verwendung von Futtermitteln sind in der Basisverordnung zur Lebensmittelsicherheit VO (EG) 178/2002, der Futtermittelhygieneverordnung VO (EG) 183/2005 und auf nationaler Ebene im Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) sowie in der Futtermittelverordnung geregelt. Die Freiheit von für den Menschen unerwünschten Kontaminationen ist bereits im Futtermittel zu berücksichtigen. Dies betrifft z.B. die mikrobiologische Qualität eines Futtermittels. Anhand der Bestimmung der Keimzahlen sowohl produkttypischer als auch verderbanzeigender aerob mesophiler Bakterien sowie Schimmel- und Schwärzepilze und verderbanzeigender Hefen kann über ein Orientierungswerteschema der mikrobiologische Status einer Probe ermittelt werden (28.1.2, VDLUFA, 2012). Je nach Höhe des überschrittenen Orientierungswertes ergeben sich Qualitätsstufen (QS) von I bis IV, wobei bei letztgenannter QS von einer Verfütterung abzuraten ist. In einem Monitoring des Verein Futtermitteltest e.V. (VFT, 2004) wurden 143 Mischfutter auf deren Keimgehalte untersucht und mittels VDLUFA-Schema bewertet. Während 90,2 % der Proben unauffällig waren, fanden sich immerhin 9,8 % der Proben in den QS II und III (verderbanzeigende Keime überwiegend Bazillen und Staphylokokken). In Untersuchungen von Anacker (2013) mussten 14 % der Grundfutterproben und 10 % der Kraftfutterproben mit QS IV bewertet werden. Beim Auftreten von Schimmelpilzen ist immer auch mit erhöhten Gehalten ihrer Stoffwechselprodukte zu rechnen. Anacker (2010) zeigte dementsprechend zwischen dem Pilzbesatz und dem Vorkommen von Mykotoxinen Korrelationen auf, welche für Zearalenon am höchsten waren ( $R^2=0,89$ ). Im Bereich der Futtermittel sind futtermittelrechtlich relevante Höchstgehalte lediglich für Aflatoxin B1 und Ergotalkaloide (indirekt über Mutterkorn-Sklerotien) festgelegt (Verordnung [EG] Nr. 1881/2006). Für Deoxynivalenol, Zearalenon, Ochratoxin A, Fumonisine (B1 und B2) sowie T-2- und HT-2-Toxin hat die EU Richtwerte empfohlen (Empfehlung 2006/576/EG). In der Richtlinie 2002/32/EG sind weitere Höchstgehalte unerwünschter Stoffe definiert. Darunter finden sich u.a. Schwermetalle, antinutritive Inhaltsstoffe wie Blausäure oder Gossypol, alkaloidhaltige Unkrautsamen und Dioxine.

## Fazit

Im Sinne einer bedarfsgerechten Versorgung der landwirtschaftlichen Nutztiere ist die routinemäßige laboranalytische Bestimmung wertgebender Inhaltsstoffe unabdingbar. Der moderne Futterwert wird jedoch nicht nur alleine anhand dieser Gehalte definiert, sondern ist vielmehr als Merkmalskomplex zu sehen. Neben der Energiekonzentration und dem Gehalt spezieller Nährstoffe ist er auch wesentlich durch verschiedene diätetische und verzehrsbestimmende Eigenschaften gekennzeichnet wie z.B. Struktur, hygienische Qualität oder antinutritive Stoffe. Im vorliegenden Beitrag konnte nur ein relativ kleiner Ausschnitt des Futterwertes betrachtet werden.

Je genauer der Futterwert bzw. seine einzelnen Kenngrößen charakterisiert werden, desto zielgerichteter kann der Einsatz von Futtermitteln erfolgen. Nur eine regelmäßige Kontrolle stellt sicher, dass die berechnete auch mit der tatsächlich gefütterten bzw. gefressenen Ration

übereinstimmt. Aus diesem Grund, aber auch aufgrund der hohen Variabilität vieler Inhaltsstoffe wird die Forderung nach analytischen Schnellverfahren zunehmen. Diese werden jedoch methodisch bedingt unter Umständen nicht für alle Einzelkomponenten des Futterwertes verfügbar sein und nicht alle klassischen Referenzmethoden ersetzen können.

Letztlich muss sich bewusst gemacht werden, dass sich die Qualität der Laboranalytik im Spannungsfeld von Zeit und Kosten bewegt. Der Wunsch nach einer günstigen, schnellen und gleichzeitig akkuraten Futtermitteluntersuchung erscheint als ein Widerspruch in sich. Im konkreten Fall muss zwischen diesen Zielen abgewogen werden.

## Literatur

- Anacker, G. (2010): Mikrobiologische Futterqualität - Ursache für Gesundheitsprobleme in Milchviehherden? Vortrag Generalversammlung des LKV Brandenburg e. V..
- Anacker, G. (2013): Mikrobiologische Futterqualität - Ursache für Gesundheitsprobleme in Milchviehherden? 40. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, 93-100.
- Asam, L., Spory, K. und Spiegel, A.-K. (2014): Futtersoja aufbereiten – Gründe und Zielparameter, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL).
- Aulrich, K. und Witten, S. (2019): Erarbeitung von Daten zu Inhaltsstoffen, Aminosäuren und Vitaminen in Öko-Futtermitteln zur optimierten Rationsgestaltung in der Monogastrierernährung (FKZ: 11OE054, Abschlussbericht). Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, Westerau.
- Cammann, K. (2000): Instrumentelle Analytische Chemie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Costa-Bauza, A., Grases, F., Gomila, I., Rodriguez, A., Prieto, R. M. und Tur, F. (2012): A simple and rapid colorimetric method for determination of phytate in urine. Urological Research 40, 663-669.
- DLG (1999): Schweinefütterung auf der Basis des verdaulichen Phosphors. DLG-Information 1/1999.
- Flachowsky, G. (2007): Meilensteine für die Futtermittelsicherheit – Beiträge der Tierernährungswissenschaft. Landbauforschung Völkernode, Sonderheft 306, 14-25.
- GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlags GmbH, Frankfurt/Main.
- GfE (2020): Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie und der Verdaulichkeit der Organischen Masse von Maisprodukten für Wiederkäuer. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 29, 171-175.
- Licitra, G., Hernandez, T.M. und van Soest, P.J. (1996): Standardization of procedures for nitrogen fractions of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology 57, 347-358.
- Schumann, W. (2004): Untersuchungen zum Glucosinolatgehalt von in Deutschland erzeugten und verarbeiteten Rapssaaten und Rapsfuttermitteln. UFOP-Schriften Heft 27.
- Shannak, S., Südekum, K.-H. und Susenbeth, A. (2000): Estimating ruminal crude protein degradation with in situ and chemical fractionation procedures. Animal Feed Science and Technology 85, 195-214.
- Steingaß, H., Nibbe, D., Südekum, K.-H., Lebzien, P. und Spiekens, H. (2001): Schätzung des nXP-Gehaltes mit Hilfe des modifizierten Hohenheimer Futterwerttests und dessen Anwendung zur Bewertung von Raps- und Sojaextraktionsschroten. 113. VDLUFA-Kongress, Berlin, Kurzfassungen der Vorträge, 114.
- Steinhöfel, O. (2015): Ansprüche an Winterweizen und Winterroggen aus der Sicht der Verwertung als Futtergetreide. Fachtagung „Qualitätsgetreide“, Grotzsch.
- Südekum, K.-H. (2004): Proteinbewertung und Proteinversorgung in der Milchviehfütterung. 31. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein.
- Talamond, P., Gallon, G. und Treche, S. (1998): Rapid and sensitive liquid chromatographic method using a conductivity detector for the determination of phytic acid in food. Journal of Chromatography A 805, 143-147.

VDLUFA (2003): Die Anwendung der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) bei der Untersuchung von Futtermitteln und pflanzlichen Produkten, VDLUFA-Standpunkt.

VDLUFA (2012): Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III.

Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

VFT (2004): VFT-Sonderuntersuchung Futterhygiene bei Mischfutter – Monitoring Herbst 2004

Weiß, J. und Schöne, F. (2010): Rapskuchen in der Schweinefütterung, UFOP-Praxisinformation.

Župunski, V., Mitrović, Z., Nikolić, Z., Petrović, G., Tamindžić, G. und Karagić, Đ. (2016): Uncertainty analysis of the microtiter plate method for determining trypsin inhibitor activity. Accreditation and Quality Assurance 21, 151-160.

Župunski, V., Vasić, M., Vozlič, J., Maras, M., Savić, A., Petrović, G. und Živanov, D. (2018): Uncertainty of trypsin inhibitor activity measurement of legume crops using microtiter plate method. Food Analytical Methods 11, 1034-1040.

**Autorenanschrift:**

Dr. Sandra Hoedtke  
LMS Agrarberatung GmbH  
LUFA Rostock  
Graf-Lippe-Straße 1  
18059 Rostock  
E-Mail: shoedtke@lms-lufa.de

# Automatisierung und Digitalisierung für Futter und Fütterung nutzen – Ansatzpunkte für mehr Tier- und Umweltschutz

## Bernhard Haidn

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Poing-Grub

## 1. Einleitung

Die durchschnittlichen Tierbestände in den landwirtschaftlichen Betrieben und damit auch die Gruppengrößen bestimmter Produktionszweige steigen seit Jahren kontinuierlich. Von Seiten des Tierschutzes zieht dies zum Teil Kritik nach sich. Als Kriterien werden die damit einhergehende zu hohe Besatzdichte, die schlechtere Betreuung (Mensch-Tier-Beziehung) und das höhere Risiko für die Tiere, Schaden zu erleiden, wenn Technik ausfällt oder unvorhersehbare Ereignisse auftreten, angeführt. Ferner werden sehr hohe Leistungen der Tiere kritisch gesehen. Was heißt das für die Versorgung der Tiere mit Futter und die Fütterung? Welche Bedeutung (Chancen/Risiken) haben digitale Technologien, die Anforderung des Einzeltieres an eine ausreichende/optimale Nährstoffversorgung mit Energie, Protein, Mineralstoffen, aber auch mit Strukturstoffen zu erfüllen? Welchen Beitrag kann Digitalisierung für das Controlling der Tiere und der Arbeitsprozesse leisten?

Mit zunehmender Leistung steigen die Anforderungen an die Nährstoffversorgung, da bei Einzeltieren schneller Defizite auftreten können und Defizite auf hohem Leistungsniveau nicht/kaum mehr ausgeglichen werden können. Deshalb galt es immer schon und gilt es auch zukünftig, Fütterungsstrategien zu entwickeln, bei denen die individuellen Bedürfnisse der Tiere möglichst gut berücksichtigt werden.

Kritische Phasen bei der Nährstoffversorgung des Einzeltieres treten häufig dann auf, wenn gravierende Anpassungsprozesse z. B. bei Futterwechsel in sehr kurzen Zeiträumen erfolgen müssen oder Einzeltiere aufgrund der Rahmenbedingungen (z.B. Gruppengröße, Tier-Fressplatz Verhältnis) nicht oder nur eingeschränkt an das Futter kommen. Die Auswirkungen zeigen sich z. T. erst sehr viel später beim Tier, wenn Leistungsniveau und Nährstoffversorgung sich über längere Zeit nicht im Einklang befinden.

Digitale Technologien, deren Bandbreite für die Optimierung der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Betriebe in den letzten Jahren stark zugenommen hat, können helfen, die Nährstoffversorgung der Tiere zu optimieren, dabei durch optimierte Prozesse Tierwohl auf hohem Niveau zu gewährleisten, gleichzeitig aber auch den Landwirt bei seiner physischen Arbeit zu entlasten und bei der Überwachung und Kontrolle der Tiere zu unterstützen. Zu den digitalen Technologien gehören:

- verschiedenste Sensoren, die gemeinsam mit der dazugehörigen Steuerungssoftware ein Sensystem oder einen Multi-Sensorverbund bilden,
- intelligente (KI basierte) Software, die die Informationen aus den Sensorsystemen verarbeiten,
- Hard-/Software zur zeitnahen und automatisierten Umsetzung von Handlungsempfehlungen durch z. B. einen Melk-/Fütterungsroboter und
- FarmInformationsManagementSysteme (FIMS), die alle wesentlichen Informationen verwalten und Handlungsempfehlungen, Warnungen usw. an den Landwirt weitergeben, aber häufig auch die Schnittstelle zwischen den betriebsinternen und zu den betriebsexternen Systemen darstellen.

## 2. Multi-Sensorverbund mit komplexer Datenverarbeitung

Sensoren, die in der Tierhaltung eingesetzt werden, stellen unterschiedliche Kenngrößen aus der Optik, Akustik oder der Kinematik (Beschleunigung und Lage von Körpern) bereit. Viele Sensoren dienen zur Erfassung von physikalischen, chemischen oder biologischen Stoffeigenschaften (Temperatur, Feuchte, Leitfähigkeit, pH-Wert, usw.). Sensorinformationen stellen die Grundlage für alle späteren Aussagen und ablaufenden Prozesse dar. Die von den Sensoren gelieferten Kenngrößen werden in einer weiteren Analyse mit mathematischen Verfahren ausgewertet. Sensor und Software ergeben das Sensorsystem. Um die Aussagekraft zu erhöhen, ist es vorteilhaft Informationen meist mehrerer Sensoren in einer oder mehreren Sensoreinheiten zusammenzuführen. Insgesamt führt dies zu einem Multi-Sensorverbund.

Die Auswahl der Sensorsysteme richtet sich nach den zu lösenden Fragestellungen. Für die Analyse von Milch, Futter usw. eignen sich optische Sensorsysteme. Sollen Informationen über verschiedene Verhaltensweisen, wie das Futteraufnahmeverhalten, gewonnen werden, bieten sich Ortungssysteme und Beschleunigungssensoren an. Über die Auswertung optischer Sensorsysteme insbesondere neuerer TOF-Kameras kann aber auch Parameter zum Verhalten und die Position im Raum erfasst werden. Diese Technologie wird aktuell noch in keinem Multi-Sensorverbund verwendet. Die vielfältigen Möglichkeiten lassen jedoch einen baldigen Einsatz erwarten.

### Milchviehhaltung

Die führenden Melktechnikhersteller haben für die Gesundheitsüberwachung den Schwerpunkt auf die Milchanalyse gesetzt. Ein Beispiel eines Multi-Sensorverbundes stellt der Herdnavigator von DeLaval dar. In einem Gerät werden durch optische Sensoren LDH (Lactatdehydrogenase), Milchharnstoff und BHB ( $\beta$ -Hydroxybutyrat) automatisch analysiert. Auf Basis eines Immunoassay Verfahrens erfolgt die Progesteron Bestimmung (Mazeris, 2010). Mit den erzielten Ergebnissen werden Aussagen über die Wahrscheinlichkeit von Mastitis, Stoffwechselstörungen und den Trächtigkeits-/Brunststatus getroffen.

Auf die Erfassung des Tierverhaltens über Kenngrößen der Ortung und die Auswertung von Beschleunigungssensoren zur Erfassung des Wiederkauverhaltens hat sich die Firma Zoetis mit dem System Smartbow spezialisiert. Damit können Tiere sofort im Stall lokalisiert und durch Auswertung der Daten des Sensorverbunds Aussagen zur Brunst- und zum Gesundheitsstatus der Tiere getroffen werden.

In der Wiederkäuerfütterung hat die Pansenphysiologie eine besondere Bedeutung. Mit ihrem Bolus im Netzmagen der Kuh, der verschiedene Sensoren beinhaltet, will die Firma smaXtec das berücksichtigen. Die kontinuierliche Messung der Temperatur kann Fieber und Stoffwechselerkrankungen feststellen und ermöglicht eine Gesundheitsüberwachung. Durch die Auswertung der Aktivitätsdaten kann eine Brunst festgestellt und auf den nahenden Geburtstermin hingewiesen werden. Optional kann für wenige Leittiere ein relativ teurer Bolus mit pH-Wert Messung eingesetzt werden, um damit eine Pansenacidose frühzeitig zu erkennen und für die gesamte Herde Defizite in der Futterration frühzeitig zu erkennen. Ein externer Stallklima Sensor unterstützt zusätzlich das Feststellen von Hitzestress.

### Schweinehaltung

Mit der Entwicklung vollautomatischer Trocken- und Flüssigfütterungsanlagen, von tierindividuellen Futterabrufstationen für Zucht- und Mastschweine, dem Einsatz von Trog-Sensoren zur fresszeitgesteuerten Fütterung und von Sortierschleusen für zielgerichtete Fütterung auch in Großgruppen ist die Digitalisierung bereits seit über 30 Jahren in der Schweinehaltung weit fortgeschritten. Mit Hilfe aktueller verbesserter Sensoren und den Möglichkeiten KI basierter



Programme sollen bestehende Verfahrensweisen durch Berücksichtigung genauerer tierindividueller Parameter optimiert werden. Es stellt sich die Frage, ob neben dem Gewicht und dem Typ eines Tieres (Optisort der Fa. Hölscher und Leuschner) automatisiert weitere Parameter z.B. die Rückenspeckdicke oder mit dieser eng korrelierte Kenngrößen gefunden werden, die eine bessere tierindividuelle Klassifizierung und damit Fütterung zulassen.

Der Schwerpunkt aktueller digitaler Neuerungen in der Schweinehaltung richtet sich auf die Verbesserung des Tierwohls. Hier bestehen große Erwartungen beim Einsatz optischer und akustischer Sensoren, die den Landwirt auf Abweichungen vom „Normalverhalten“ hinweisen. So soll Unruhe in Form vermehrter Aktivität und Lautäußerungen im Stall erfasst und Warnmeldungen an den Landwirt geschickt werden (Arden, 2019). Durch eine verbesserte Stallklimaerfassung sollen die Rahmenbedingungen für die Tiere im Stall besser kontrolliert und die Steuerungsgrößen gegebenenfalls angepasst werden.

### **Geflügelhaltung**

Für die Geflügelhaltung gilt hinsichtlich der Digitalisierung ähnliches wie für die Schweinehaltung. Für alle Bereiche (Futterlagerung und Fütterung, Stallklima, Alarm usw.) liegen schon seit vielen Jahren automatisierte digitale Lösungen vor. Die Technik und Software wurde kontinuierlich angepasst und immer funktionssicherer gemacht.

Als Neuheit sind autonom durch den Geflügelstall fahrende Roboter zu betrachten. Sie führen Sensoren, Kameras, Analyseeinheiten und Kommunikationsmodule (WLAN und SMS) mit sich und können so Stallbedingungen und Tiere in allen Stallbereichen mit Hilfe KI basierter Software überwachen. Ferner ist ein Modul für diesen Roboter verfügbar, das die Einstreu in Gegenwart der Tiere durchmischen und bei Bedarf hygienisieren kann. Damit lassen sich für die Tiere ständig gute Umweltbedingungen aufrechterhalten. Nach dem Ausstallen und der Reinigung kann der Roboter auch die Desinfektion des Stalles durchführen (Octopusrobots).

## **3. Automatisierung von Teilprozessen**

Automatisierung benötigt Informationen von Sensorsystemen, um Prozesse steuern und regeln zu können. Mit zunehmender Miniaturisierung und Intelligenz der Sensoren haben sie nahezu in alle Geräte des täglichen Lebens Eingang gefunden. Damit konnten auch in der Landwirtschaft bezahlbare Geräte entwickelt werden, die wichtige Arbeitsprozesse wie z.B. das Melken vollständig automatisieren. Während die Vollautomatisierung im Bereich der Fütterung von Schweinen und Geflügel über stationäre Anlagen schon seit vielen Jahren nahe der Perfektion verfügbar ist, stehen die Firmen bei der automatischen Grundfuttermittelverteilung für Rinder über autonom fahrende Geräte immer noch vor großen technischen Herausforderungen. Insbesondere die gesetzlichen Rahmenbedingungen bei den Vorgaben an die Sicherheit mobil fahrender Großgeräte stellen eine hohe Hürde dar. Zahlreiche Firmen haben zwar in den letzten zehn Jahren Automatische Fütterungssysteme entwickelt, jedoch haben bisher nur wenige mobile Geräte mit Vollautomatisierung vom Silo bis zum Trog Eingang in die Betriebe gefunden.

Nicht nur für den Menschen, sondern auch für die Tiere hat die automatisierte Futtermittelverteilung erhebliche Vorteile. Zum einen kann dadurch der Arbeitsaufwand und die Arbeitsbelastung verringert sowie eine gleichbleibende Futterqualität gewährleistet werden. Zum anderen lässt sich damit auch das Tierverhalten, insbesondere am Fressplatz besser steuern. So führt eine mehrfache tägliche Futtermittelverteilung, die im besten Fall in Abhängigkeit von der Aufenthaltsdauer der Kühe am Trog dynamisiert ist, zu weniger Konkurrenzsituationen im Fressbereich der Kühe (Oberschätzl-Kopp,

2018). Insgesamt kommen die Kühe deutlich häufiger zum Fressplatz, halten sich dort aber kürzer auf, haben damit aber in der Summe eine signifikant längere tägliche Fresszeit. Der kürzere Einzelaufenthalt ist dadurch zu erklären, dass die Tiere häufiger frisch gemischtes Futter vorfinden, die vorgelegten Futtermengen kleiner sind und deshalb das Futter nicht mehr so lange durchwühlt wird. Die Futteraufnahme wird somit zeitlich effektiver. Gleichzeitig dient der Vorgang zur Steuerung des Tierverkehrs beim automatischen Melken. Eine kontinuierliche Auslastung des AMS ist damit besser zu erzielen.

## 4. Vernetzung digitaler Technologien

Landwirtschaft 4.0 bedeutet nicht nur, dass Teilprozesse der Tierhaltungsverfahren digitalisiert und automatisiert sind, sondern dass eine Vernetzung zwischen diesen Teilprozessen stattfindet. Erst mit dieser vernetzten Erfassung eines Tierhaltungsverfahrens können die sehr komplexen Zusammenhänge der Tiergesundheit und des Tierwohls, aber auch des Umweltschutzes nachvollzogen und transparent gesteuert werden. Grimm et al. 2019 konnten zeigen, dass Klauenerkrankungen mit der Folge schmerzhafter Lahmheit multifaktoriell zu sehen sind und, um langfristige Verbesserungen in einem Bestand zu erreichen, an vielen Stellschrauben gedreht werden muss. Hierzu zählen maßgeblich auch das Fütterungsverfahren mit der Fressplatzgestaltung und die auf die Leistung abgestimmte Futterration. Imbalancen führen, begünstigt von suboptimalen Haltungsbedingungen, zu Krankheiten und Leiden bei den Tieren. Insbesondere bei Kühen, die sich im oberen Bereich ihres Leistungspotenzials befinden, gehen einem Teil der Lahmheiten Stoffwechselstörungen voraus, die auch in der Fütterung zu sehen sind. Um dies bei einer Herdenfütterung rechtzeitig zu erkennen und Gegenmaßnahmen einleiten zu können, sind rechtzeitig Informationen aus allen Lebensbereichen des Tieres zu erfassen, mit geeigneten mathematischen Methoden zu analysieren und Handlungsempfehlungen abzuleiten. Ein Hindernis für diesen Prozess ist, dass im landwirtschaftlichen Betrieb bzw. Stall viele verschiedene Technologien meist sogar unterschiedlicher Hersteller eingesetzt werden, die nicht miteinander Daten austauschen können. Eine wichtige Aufgabe ist deshalb die Schaffung geeigneter Schnittstellen für einen automatisierten Datenaustausch.

Dieser automatisierte Datenaustausch ist aber auch notwendig, um Arbeitsprozesse noch effektiver und zum Nutzen für das Tier sicherer zu machen. Ein Ziel des Experimentierfeldes DigiMilch liegt darin, den Datenfluss, angefangen bei der Futterprobenanalyse aus dem Silo bis hin zum Rückfluss der Informationen über die vorgelegten Futtermengen aus der Fütterungstechnik zum Fütterungsprogramm, zu optimieren und wenn möglich weitgehend zu automatisieren. In diesem Prozess enthalten ist die Ablage der Analysenergebnisse auf einer Internetplattform (z.B. webFuLab), der Download und Import in das Fütterungsprogramm, die Erstellung der Futterration aus den verfügbaren Komponenten durch den Anwender, die Übertragung dieser per Funktechnologie (W-LAN, GSM usw.) auf die Fütterungstechnik (Futtermischwagen, Automatisches Fütterungssystem), das Zusammenstellen (evtl. auf TM-Basis durch den Einsatz eines NIRS-Sensors) und anschließende Verteilen der Futterration nach Vorgabe und das Übertragen der tatsächlich verteilten Futtermengen zurück an das Fütterungsprogramm. In diesem stehen die Daten dann für weitere Berechnungen (z.B. betriebliche Nährstoffbilanzen) bereit. Durch diesen Datenfluss und die Datenbereitstellung kann ein bedeutender Beitrag zum Umweltschutz im gesamten Nährstoffkreislauf der Milchviehhaltung geleistet werden.

Im Experimentierfeld DigiMilch der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft werden neben dem Fütterungsmanagement auch die Bereiche vernetzte Stalltechnik, vernetzte tierindividuelle Sensorsysteme, Wirtschaftsdüngermanagement und sensorgestützte Ertragsermittlung in Demonstrationsprojekten bearbeitet. Damit soll gezeigt werden, wie gut die Vernetzung im landwirtschaftlichen Milchviehbetrieb bereits realisiert werden kann, wo noch Schwächen liegen, die in

Zusammenarbeit mit den Herstellern beseitigt werden sollten. Eine wesentliche Aufgabe von DigiMilch besteht auch darin, ein Netzwerk zwischen den verschiedenen Stakeholdern der Branche (Landwirte, Firmen im vor- und nachgelagerten Bereich des Milcherzeugungsbetriebs, Selbsthilfeeinrichtungen, Verbraucher, Forschung, Politik, usw.) für die Thematik der Digitalisierung in der Milcherzeugung aufzubauen und den Informationsfluss zu fördern.

Sowohl für den notwendigen innerbetrieblichen Datenaustausch zur Optimierung der Produktionsprozesse als auch für die Weitergabe von Daten an Servicedienstleister und Verarbeiter zur Vereinfachung, besseren Abstimmung und Schaffung von Transparenz sind Schnittstellen erforderlich. Andererseits bestehen unterschiedliche Interessen der verschiedenen Stakeholder, Schnittstellen und Daten bereitzustellen. Gravierende Hindernisse sind die Gewährleistung der Datensicherheit und die Aufrechterhaltung einer bestimmten Marktposition, die in Form von teuren Servicenetzen über viele Jahre aufgebaut wurden und die zum Erfolg eines Unternehmens beigetragen haben. Deshalb spielen die Hersteller digitaler Stalltechnik eine zentrale Rolle beim Datenaustausch. Erst wenn ein Mehrwert für das eigene Produkt durch einen umfassenden Datenaustausch zu erwarten ist und dieser kontrolliert und sicher erfolgt, werden Unternehmen sich öffnen. Die grundsätzliche Bereitschaft für eine Öffnung ist von Seiten der Firmen sicherlich vorhanden, auch die Notwendigkeit wird gesehen, jedoch besteht große Vorsicht und Zurückhaltung. Folgende Trends für zukünftige Datenplattformen, die Bestandteil von FarmManagementInformationssystemen (FMIS) sind, lassen sich erkennen:

- **Firmenspezifische Plattformen:** Insbesondere größere, weltweit agierende Unternehmen haben bereits ein umfassendes Produkt-Portfolio oder erweitern ihr Produktangebot durch gezielten Zukauf oder über strategische Allianzen, so dass sie alle für einen gesamten Produktionszweig (z.B. Geflügelzucht/-mast, Schweinezucht/-mast) erforderlichen Technologien einschließlich der hierfür notwendigen Managementsoftware (z.B. BigFarmNet von Big Dutchman) anbieten können. Somit besteht kein akuter Zwang, Schnittstellen für andere Hersteller anzubieten. Auch in der Milchviehhaltung ist dieser Trend zu beobachten. Ein Beispiel für die Außenwirtschaft ist die Datenbank zum Flottenmanagement von MyJohnDeere, in der jedoch die Daten des Einzelbetriebs nach dessen Legitimation zugänglich sind.
- **Herdenmanagementsysteme (HMS):** Die HMS der Stalltechnikanbieter sind in der Milchvieh- und Zuchtsauenhaltung primär auf die Prozesssteuerung der herstellereigenen Produkte ausgerichtet. Schnittstellen zu fremden Produkten sind deshalb meist nicht vorhanden und die Integration von Daten ist deshalb ebenfalls meist nicht möglich. Dies bedeutet, dass auch Auswertungsmöglichkeiten und Kenndaten zum Produktionsprozess nur sehr begrenzt vorliegen. HMS, die nicht primär für die Prozesssteuerung entwickelt wurden, bieten deshalb weitergehende Möglichkeiten der Bestandskontrolle. Sie sind nicht auf bestimmte Produkte eines Herstellers fixiert, sondern bieten zunehmend mehr herstellübergreifende Schnittstellen sowie zu Dienstleistern und Verarbeitern.
- **Routeringsystem (z.B. Agrirouter):** Hierbei handelt es sich um eine neutrale, aber kostenpflichtige (Jahres Flatrate Gebühr) Datenaustauschplattform. Sie ermöglicht aktuell Landwirten und Lohnunternehmern den Austausch von Daten zwischen Maschinen- und Agrarsoftware-Anwendungen unterschiedlicher Hersteller. Jeder Anwender kann sich seinen persönlichen agrirouter Account kostenfrei anlegen und individuell zusammenstellen. Nur er legt die Routen im Einstellcenter fest, auf denen seine Daten transportiert werden. Aktuell sind nur Firmen der Außenwirtschaft vertreten, ein Ausbau für die Innenwirtschaft ist vorgesehen, derzeit aber noch nicht realisiert.
- **Cloud basierte herstellübergreifende Datenplattform (z.B. 365Farmnet):** 365FarmNet liefert das kostenlose Fundament, auf das jeder Hersteller einfach aufbauen kann. Damit wird herstellübergreifendes Managen in nur einer Softwareumgebung möglich. Aktuell stellen mehr

als 40 namhafte Agrar-Partner weitere intelligente Bausteine zur Verfügung – vom Maschinenhersteller, Pflanzenschutz- und Düngerproduzenten, Zuchtunternehmen, Futtermittellieferanten bis hin zum Technikhersteller für die Tierproduktion. Alle Partner sind Teil einer modernen und zukunftsfähigen Online-Plattform, die Anwendungen verschiedener Hersteller miteinander verknüpft.

Bei umfangreich vernetzten Systemen wird der Datensicherheit eine sehr große Bedeutung eingeräumt. Während für zentral in einer Cloud gespeicherte Daten von Seiten der großen Anbieter sehr komplexe, vielstufige Sicherheitsmodelle (Infrastruktur, Netzwerksicherheit, Endpunktsicherheit, Datensicherheit, Identitäts- und Zugriffsverwaltung, Anwendungssicherheit, Sicherheitsmonitoring, Schutzdienste für Nutzer) zugrunde liegen, trifft dies für dezentrale Datenhaltung nicht in diesem Umfang zu. Deshalb werden für dezentrale Datenhaltung und Datenaustausch alternative Methoden wie Blockchain diskutiert. Dieses Verfahren basiert auf der Methode, dass spätere Datentransaktionen auf früheren Transaktionen aufbauen und diese als richtig bestätigen, indem sie die Kenntnis der früheren Transaktionen beweisen. Damit wird es unmöglich gemacht, Existenz oder Inhalt der früheren Transaktionen zu manipulieren oder zu tilgen, ohne gleichzeitig alle späteren Transaktionen ebenfalls zu zerstören.

Welche Form der Datenhaltung, des Datenaustauschs und welche Sicherheitsverfahren zukünftig für landwirtschaftliche Produktionsverfahren verwendet werden, wird nicht durch die Landwirtschafts-Branche bestimmt, sondern von den „Global Playern“ der Informations-Branche. Nur so ist gewährleistet, dass die Landwirtschaft auch zukünftig am technischen Fortschritt der Digitalisierung maßgeblich Anteil hat.

## 5. Literatur

Arden, M. (2019): Wie digital ist die Schweinehaltung. top agrar 8/2019

Grimm, K., Haidn, B., Erhard, M., Tremblay, M., Döpfer, D. (2019): New insights into the association between lameness, behavior, and performance in Simmental cows.

Mazeris, F. (2010): DeLaval Herd Navigator® Proactive Herd Management. The First North American Conference on Precision Dairy Management. <http://www.precisiondairy.com/proceedings/s1mazeris.pdf> abgerufen am 14.08.2020

Oberschätzl-Kopp, R. (2018): Verhalten von Milchkühen bei statischen und dynamischen Fütterungskonzepten in automatisierten Stallsystemen. Dissertation TU-München, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik.

Internetquellen:

365Farmnet: [www.365farmnet.com](http://www.365farmnet.com); abgerufen am 14.08.2020

Agrirouter: <https://my-agrirouter.com>; abgerufen am 14.08.2020

Big Dutchman: [www.bigdutchman.de](http://www.bigdutchman.de); abgerufen am 14.08.2020

De Laval: [www.delaval.com](http://www.delaval.com); abgerufen am 14.08.2020

Hölscher und Leuschner: [www.hl-agrar.de](http://www.hl-agrar.de); abgerufen am 14.08.2020

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: [www.lfl.bayern.de/digimilch](http://www.lfl.bayern.de/digimilch); abgerufen am 14.08.2020

My John Deere: [www.myjohndeere.com](http://www.myjohndeere.com); abgerufen am 14.08.2020

Octopusrobots: <https://octopusrobots.com>; abgerufen am 14.08.2020

Zoetis: [www.smartbow.com](http://www.smartbow.com); abgerufen am 14.08.2020

smaXtec: <https://smaxtec.com>; abgerufen am 14.08.2020

**Autorenanschrift:**

Dr. Bernhard Haidn  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierhaltung und Tierschutz  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2  
85586 Poing-Grub  
[Bernhard.Haidn@lfl.bayern.de](mailto:Bernhard.Haidn@lfl.bayern.de)

## Mischfutteroptimierung im Griff - Nachhaltigkeit im Fokus!

**Bernhard Lingemann<sup>1</sup>, Bernd Schmitz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> AGRAVIS Produktmanagement Rind, <sup>2</sup> AGRAVIS Futtermittel GmbH

### Einleitung

Die Veredlung hat sich in Deutschland und Europa über die Jahrzehnte kontinuierlich entwickelt und ist ein wichtiger Wirtschaftszweig der Landwirtschaft. Mit der Veredlung musste sich auch die Mischfutterindustrie entwickeln und stellt sich bis heute immer neuen Herausforderungen.

Wir finden in den modernen Milchviehherden ein genetisches Potenzial vor, welches seit Jahrzehnten steigt. Leistungen auf Herdenebene von über 12.000 kg Milch sind keine Seltenheit mehr. Ein Vorgeschmack was genetisch tatsächlich möglich ist, zeigen uns Kühe wie Bur-Wall Buckeye Gigi mit einer 365-Tages-Leistung von 33'861 kg Milch mit 964 kg Fett und 972 kg Eiweiss (Khan, 2020). Mit der stetig steigenden Leistung, steigen auch die Erwartungen der Tierhalter an die Mischfutterindustrie und das von ihr produzierte Futter. Neben einer exzellenten Mischfutterqualität in Hinblick auf Inhaltstoffe, Verarbeitung, Komponenten-auswahl und hygienischer Qualität spielen dokumentierte Prozesseigenschaften und Standards (z.B. VLOG, GMP+) eine zentrale Rolle. Um dem Qualitätsanspruch gerecht zu werden, ist ein dynamisches Analyse-System von der Rohware bis hin zum ausgelieferten Futter etabliert, welches dem Kunden ein extrem hohes Maß an Sicherheit bietet.

Um Mischfutter für den Landwirt mit einer gleichbleibenden Qualität zu erzeugen, ist die Kenntnis über die Inhaltstoffe der eingesetzten Rohwaren unabdingbar. Da es sich bei den eingesetzten Rohwaren zum größten Teil um Naturprodukte handelt, sind vorhandene Schwankungen unabdingbar. Schwankungen können beispielsweise durch die Herkunft der Ware, Düngung der Pflanzen und deren Verarbeitung mehr oder weniger ausgeprägt sein. Um die entsprechenden Qualitäten zu gewährleisten, werden Analyseergebnisse zu den Rohwaren generiert, in der Optimierung werden Schwankungen ausgeglichen und die Rohwaren werden im Werk bei der Verarbeitung gelenkt. Durch den Einsatz unterschiedlicher Rohwaren wird zudem das Risiko von Schwankungen im Endprodukt nahezu ausgeschlossen.

### Umweltschutz, Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit

Der Begriff Nachhaltigkeit wurde bereits vor Jahrhunderten geprägt. Er wurde erstmalig von Carl von Carlowitz im *Silvicultura oeconomica* verwendet und beschreibt einen langfristig verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen (von Carlowitz, 1713).

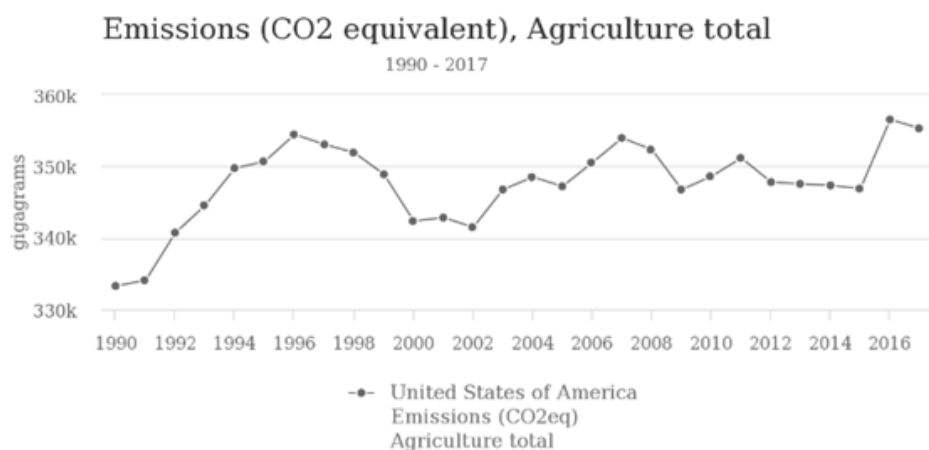
In der modernen Zeit ist die Definition weiterentwickelt worden. Unter Nachhaltigkeit wird in unterschiedlichen Ländern abhängig von der Sozialkultur der entsprechenden Gesellschaft Unterschiedliches verstanden. Das Verständnis von Nachhaltigkeit geht von der Hunger-Bekämpfung bei der Bevölkerung über höhere Effizienz in der Produktion und bessere Arbeitsbedingungen für

den Landwirt bis hin zu sicheren Lebensmittel für den Verbraucher und Umweltschutz (IDF Dairy Sustainability Outlook 2020). Die unterschiedliche Herangehensweise an den Begriff „Nachhaltigkeit“ führt dazu, dass dieser häufig schwer objektiv zu greifen ist (Boogard, 2008).

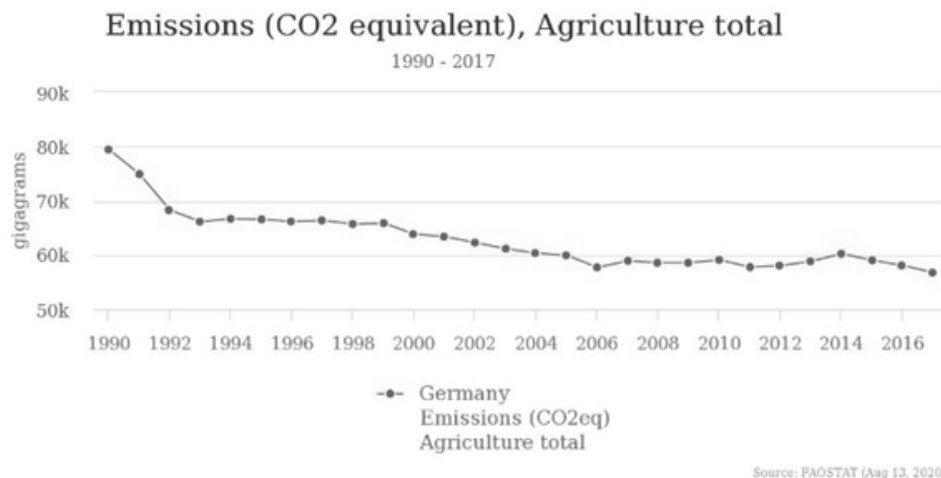
In der Mischfutterindustrie versteht man unter Nachhaltigkeit unter anderem die Verwendung von Rohstoffen, die aus der Nach- und Nebenproduktion kommen. Diese Rohstoffe tragen einen erheblichen Teil dazu bei Ressourcen zu schonen. Der Einsatz der Nach- und Nebenprodukte bei der Produktion von tierischen Proteinen (Fleisch, Milch oder Ei) ist ein wichtiger Bestandteil der nachhaltigen Veredlung. Nach eigenen Auswertungen (AGRAVIS 2019) wird der Anteil an verwendeten Rohstoffen regionaler Herkunft stetig ausgebaut. Gepaart mit dem Wissen aus aktuellen Forschungsergebnissen wurden neue Technologien und innovative Stoffe eingesetzt um beispielsweise eine rohprotein-reduzierte Fütterung in landwirtschaftlichen Betrieben zu ermöglichen ohne Leistung zu verlieren. Gleichzeitig werden die Tiere entlastet, die Tiergesundheit verbessert und weniger Stickstoff über Kot und Harn ausgeschieden (Edouard et al., 2019). Da über klimawirksames Lachgas und über die Eutrophierung von Wasser die Nachhaltigkeit negativ beeinflusst wird (Product Environmental Footprint Category Rules for Dairy Products, 2018), ist eine möglichst effektive Reduktion von Rohprotein sehr sinnvoll. Im Rinderbereich kann mit dem Einsatz von pansengeschützten Aminosäuren eine rohprotein-reduzierte Fütterung praxisreif umgesetzt werden ohne an Leistung zu verlieren (Sinclair et al., 2014).

Die Fütterung hat einen erhebliche Einfluss auf die Emission von klimaschädlichen Gasen (NRC Air emissions from animal feeding operations: Current knowledge, future needs). So steigen bei einem höheren Anteil an Grundfutter die Anteile an ausgeschiedenem Methan. Folglich ist ein höherer Einsatz von Konzentratfuttern unter Berücksichtigung der physiologischen Grenzen des Pansens und der Tiergesundheit sinnvoll. Auf die NH<sub>3</sub>-Emission hat das Verhältnis von Grundfutter zu Kraftfutter dagegen keinen Einfluss (Aguerre, 2011).

Laut FAO hat der CO<sub>2</sub>-Äquivalentausstoß aus der Landwirtschaft sich in Deutschland seit 1990 bis 2018 um mehr als 28 % reduziert, während der Ausstoß in den USA innerhalb des gleichen Zeitraums um 6,6 % zunahm. Milch aus Westeuropa wird mit einem CO<sub>2</sub>-eq von 47,2 kg pro kg Protein produziert während in Nordamerika 56,9 kg CO<sub>2</sub>-eq pro kg Milchprotein Protein benötigt werden (Gerber et al., 2013), sodass Deutschland in diesem Bereich eine wesentlich bessere Nachhaltigkeit aufweisen kann, die durch das Mischfutter mit beeinflussbar ist.



Source: FAOSTAT (Aug 13, 2020)



## Wirtschaftlichkeit

Eine Aufgabe der Landwirtschaft ist es für qualitativ hochwertige Nahrungsmittel zu sorgen. Vom Verbraucher wird zusätzlich ein möglichst niedriger Preis für diese Nahrungsmittel gewünscht. Da sich die Landwirtschaft im internationalen Vergleich befindet und ein großes Angebot an produzierten Lebensmitteln im Markt zu finden ist, kommt es zwangsläufig zu niedrigen Preisen für die erzeugten Produkte. Die häufig sehr engen Margen in der Produktion von landwirtschaftlichen Erzeugnissen zwingen zu einem effizienten, Ressourcen schonendem Wirtschaften in der Landwirtschaft sowie in der Futtermittelindustrie.

Die Produktion von Mischfutter entwickelt sich seit Jahrzehnten weg von einer reinen Produktlieferung zu einer intensiven Partnerschaft zwischen Landwirt und Beratung durch die Mischfutterindustrie. So werden innovative Produkte im landwirtschaftlichen Betrieb eingesetzt, welche dem Landwirt einen zusätzlichen wirtschaftlichen Nutzen bringen. Der gezielte Einsatz von pansengeschützten Aminosäuren kann beispielsweise bei der wirtschaftlichen Gesamtbetrachtung des Betriebes zu einem höheren Betriebsgewinn beitragen (Sun et al, 2010). Eine wirtschaftliche Bewertung von Rationen im Milchviehbereich (IOFC income over feed costs) und weitere wirtschaftliche Kennzahlen nehmen stetig an Bedeutung für die Betriebe zu. Die Mischfutterindustrie nimmt durch Mischfutteroptimierung eine zentrale Rolle ein um eine konstant hohe Qualität der Futter unter Berücksichtigung der natürlichen Rohwarenschwankungen bei günstigen Produktpreisen für den Landwirt zu generieren.

Der wirtschaftliche Erfolg der Betriebe ist sehr eng mit dem Betriebsmanagement verwoben. Kranke Tier führen zu ökonomischen Einbußen und können die wirtschaftliche Situation erheblich verschärfen (Enting et al. 1997, Gohary et al. 2016).

## Tierwohl und Akzeptanz in der Bevölkerung

Obwohl der Tierhalter enorme Anstrengungen unternimmt, damit die Tieren im Stall mit dem bestmöglichem Management, Stallbau, Tierwohl und Futter etc. versorgt werden, ist die Akzeptanz in der intensiv betriebenen Landwirtschaft in der Bevölkerung zunehmend schwierig (Balmann, 2016). Der Tierwohlgedanke rückt dabei immer weiter in den Fokus der Öffentlichkeit (Keeling et al., 2013). Mit dieser Entwicklung steigt auch die Bereitschaft von Erzeugern, Entwicklungen in Hinblick auf die Nachhaltigkeit im Betrieb zu tätigen, um auch in der Öffentlichkeit positiver wahrgenommen zu werden.



werden (Luhmann et al. 2017). Eine offene Diskussion, aber auch eine Diskussion, die auf wissenschaftlichen Fakten beruht, ist hier sehr wichtig. Die oft sehr komplexen Zusammenhänge einem Verbraucher einfach zu erklären, ist immer ein akrobatischer Akt, bei dem etwas auf der Strecke bleiben kann. Dennoch sollte der Kontakt zum Verbraucher nicht unterbleiben, nur weil er schwierig ist.

Mit öffentlichkeitswirksamen Kampagnen und Aufbereitungen von landwirtschaftlichen Themen für den Verbraucher trägt auch die Mischfutterindustrie ihren Teil bei, um die Landwirtschaft zu unterstützen. Zudem haben die Mischfutterberater einen erheblichen Einfluss auf das Tierwohl, indem sie mit ihrem Wissen Schwachstellen im Betrieb aufdecken, die weit über die Fütterung hinausgehen. Die Folge ist oft die Verbesserung des Tierwohls, die sehr häufig mit einer sich anschließenden verbesserten Tierleistung einhergeht.

## Fazit

Die Mischfutteroptimierung trägt vielfach dazu bei den steigenden Anforderungen an Mensch und Tier entgegenzukommen. So kann über die Mischfutterindustrie ein wichtiger Einfluss genommen werden auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes, aber auch auf die medienaktuellen Themen der Nachhaltigkeit, des Umweltschutzes und des Tierwohles.

## Literatur

Khan, N. (2002): Critical Review of Dairy Cow Industry in the World <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3564129>

von Carlowitz, H. C. (1713): *Sylvicultura Oeconomica* oder haußwirthliche Nachricht und Naturgemäße Anweisung zur Wilden Baum-Zucht, Leipzig: Johann Friedrich Braun (2 Bände).

Boogard, B.K., Oosting, S.J. und Bock, B.B. (2008): Defining sustainability as a socio-cultural concept: Citizen panels visiting dairy farms in the Netherlands. In: *Livestock Science*, 117(1): 24-33.

IDF Dairy Sustainability Outlook 2020, <https://store.fil-idf.org/product/issue-3-idf-dairy-sustainability-outlook/>

Edouard, N., Charpiot, A., Robin, P., Lorinquer, E., Dollé, J., & Faverdin, P. (2019): Influence of diet and manure management on ammonia and greenhouse gas emissions from dairy barns. *Animal*, 13(12), 2903-2912. doi:10.1017/S1751731119001368

Product Environmental Footprint Category Rules for Dairy Products, 2018, The European Dairy Association (EDA), [https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR-DairyProducts\\_2018-04-25\\_V1.pdf](https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR-DairyProducts_2018-04-25_V1.pdf)

Sinclair KD, Garnsworthy PC, Mann GE, Sinclair LA. (2014): Reducing dietary protein in dairy cow diets: implications for nitrogen utilization, milk production, welfare and fertility. *Animal*;8(2):262-274. doi:10.1017/S1751731113002139

NRC Air emissions from animal feeding operations: Current knowledge, future needs. (2003): National Academy of Science, Washington, DC

Aguerre M.J. Wattiaux M.A. Powell J.M. Broderick G.A. Arndt C. (2011) Effect of forage-to-concentrate ratio in dairy cow diets on emission of methane, carbon dioxide, and ammonia, lactation performance, and manure excretion. *J. Dairy Sci.* ; 94: 3081-3093

Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome

Sun H., Zhang X.-M., Wang X., Luo Y., Bi, X.-H., Li H.-X., Zhang X.-S.(2010): Effect of Supplementing Rumen Protected Methionine on Content and Composition of Amino Acids in Milk and Plasma,Blood Biochemical Parameters of Lactating Cows[J];China Dairy Cattle;

H. Enting, D. Kooij, A.A. Dijkhuizen, R.B.M. Huirne, E.N. (1997): Noordhuizen-Stassen, Economic losses due to clinical lameness in dairy cattle, *Livestock Production Science*, Volume 49, Issue 3, Pages 259-267

Gohary K, Overton MW, Von Massow M, LeBlanc SJ, Lissemore KD, Duffield TF. (2016): The cost of a case of subclinical ketosis in Canadian dairy herds. Can Vet J.;57(7):728-732.

Balmann, Alfons (2016): Über Bauernhöfe und Agrarfabriken: Kann die Landwirtschaft gesellschaftliche Erwartungen erfüllen?, IAMO Policy Brief, No. 30, ISBN 978-3-95992-028-5

Keeling L., Evans A., Forkmann, B., Kjaernes U. (2013): Welfare Quality principles and criteria. In: BLOKHUIS, H. et al. (Hrsg.): Improving farm animal welfare. Science & society working together: the Welfare Quality approach. Wageningen Academic Publishers, Wageningen: 91-114

Luhmann H., Schaper C., Theuvsen L., Weiland I. (2017): Was bedingt die Bereitschaft Deutscher Milcherzeuger zur Teilnahme an einem Nachhaltigkeitsstandard? In: Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Bd. 52, 2017: 281 – 293

**Autorenanschrift:**

Dr. Bernhard Lingemann  
Bernd Schmitz  
Industrieweg 110  
48155 Münster  
bernhard.lingemann@agravis.de  
bernd.schmitz@agravis.de

# Schweinehaltung in Bayern - Status Quo: Zwänge und Handlungsspielräume in der Fütterung

## Stephan Schneider

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub

## Einleitung

In der Vergangenheit nahmen der Gesetzgeber und der Markt wenig Einfluss auf die Schweinefütterung. Einzig futtermittelrechtliche Vorgaben zu Höchstgehalten (Grenzwerten), beispielsweise bei Futterzusatzstoffen oder Mykotoxinen, waren schon immer einzuhalten. Diese Vorgaben unterliegen einer andauernden Überprüfung und Anpassung. Zudem sind noch Richtwerte und Orientierungswerte zu beachten.

In den letzten Jahren nimmt der Gesetzgeber immer stärker Einfluss auf die Fütterung, insbesondere die N- und P-Gehalte der Futterrationen. Hintergrund hierfür ist, dass N aus Kot und Harn zu Emissionen in die Gewässer - in erster Linie über Nitrat - oder in die Luft - in erster Linie als Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) führen kann (Spiekers und Schneider, 2019). Zudem rücken die negativen Umweltwirkungen der Schweinefleischproduktion zunehmend in den Fokus der Öffentlichkeit und Politik.

## Status Quo in Bayern

Hinter Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen rangiert Bayern bei der Anzahl gehaltener Zuchtsauen und Mastschweine auf Rang drei in Deutschland. Die Schweinehaltung in Bayern ist gekennzeichnet durch zwei Besonderheiten: Die *geringe Bestandsgröße* (Ferkelerzeugung: 118,9 Sauen pro Betrieb; Schweinemast: 68,5% der Betriebe mit unter 1.000 Mastplätzen und 39,3% der Tiere in diesen Betrieben) und die überwiegende *Fütterung mit Eigenmischungen*. Laut LKV-Auswertungen sind rund 99% der Betriebe Hofmischer (eigene Mahl- und Mischanlage oder Lohnmischer), die ihre Rationen mit Hilfe von Mineralfutter und Eiweißfuttermitteln bzw. Eiweißergänzern selbst herstellen (LKV Bayern, 2019).

Auswertungen des Verlaufes der Rohproteingehalte von Schweinemastrationen der beim LKV organisierten Ringbetriebe belegen die erfolgreiche Umsetzung N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren in Bayern (Abb. 1). Dennoch zeigt der Abgleich der gefütterten Rationen mit den Versorgungsempfehlungen, dass in vielen Betrieben noch Einsparmöglichkeiten hinsichtlich der Reduzierung von N und P vorhanden sind (Schneider et al., 2020).

Über die Fütterung der Zuchtsauen und Ferkel liegen in Bayern derzeit nicht so detaillierte Auswertungen wie bei den Mastschweinen vor. Dieses Defizit soll mit der kürzlich begonnenen „Schwerpunktberatung Ferkelerzeugung“ durch eine erweiterte Erfassung und Auswertung des Futters und der Fütterung auf den bayerischen Ferkelerzeugerbetrieben behoben werden. Diese

Beratungsinitiative wird vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, den Fachzentren für Schweinezucht und -haltung der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und der Landesanstalt für Landwirtschaft gemeinsam durchgeführt.

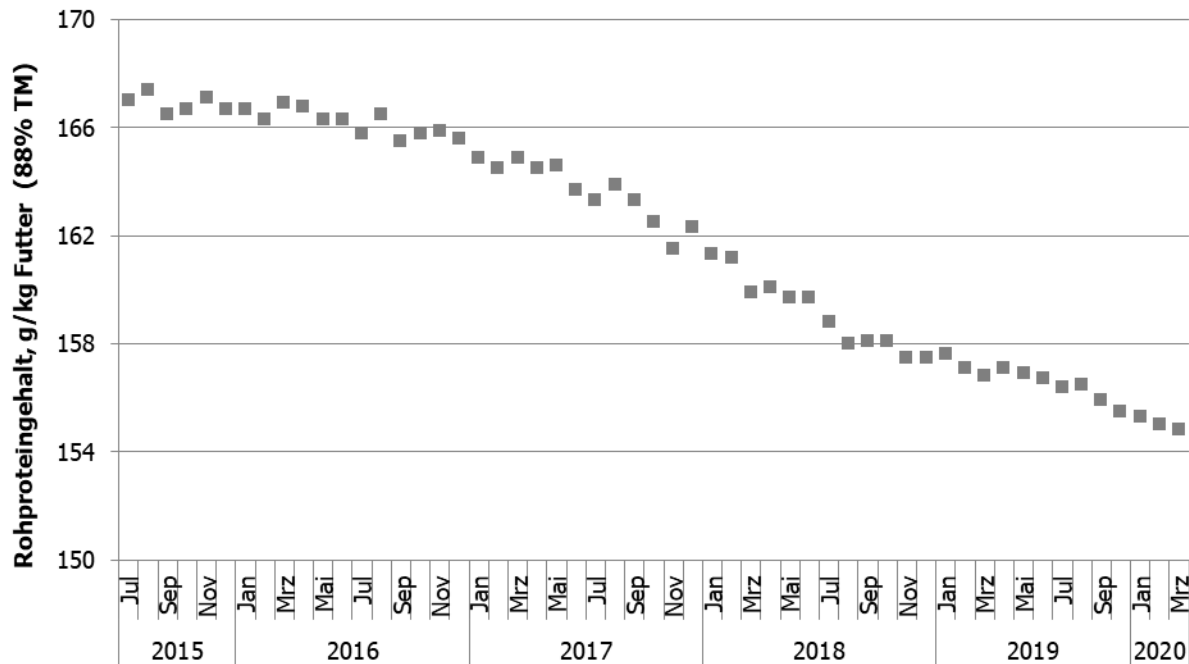


Abb. 1: Rohproteingehalt der Mittleren Mastmischung Juli 2015 bis März 2020, Bayern,  
n = 16.127.103. Daten aus RingmastSchwein-Auswertungen des LKV Bayern e.V.

## Zwänge und Handlungsspielräume

### Bedarfsgerechte Fütterung

In der modernen Tierernährung steht die bedarfsgerechte Versorgung der Schweine mit Energie, Nähr-, Mineral- und Wirkstoffen in jedem Alters- und Leistungsstadium im Mittelpunkt. Basierend auf den Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 2006) wurden von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) zwei Veröffentlichungen zur Sauen- und Ferkelfütterung bzw. Mastschweinefütterung publiziert (DLG, 2008, 2010), welche die Grundlage der Beratung in Deutschland darstellen. Die dort veröffentlichten Versorgungsempfehlungen beinhalten den Bedarf der Schweine einschließlich Sicherheitszuschlägen. Somit sind höhere Nährstoffkonzentrationen im Futter als die aufgeführten Werte nicht erforderlich. Landwirte, Berater und Mischfutterhersteller sollten sich an diesen Richtwerten orientieren und nur in begründeten Ausnahmefällen Erhöhungen vornehmen.

Laut DLG (2019) ist das sehr stark N-/P-reduzierte Fütterungsverfahren bei Mastschweinen mit 144 g Rohprotein (XP) pro kg Mittlers Mastfutter bei 88% Trockenmasse (TM) definiert. Damit liegen in modernen Schweinemastrationen die Rohproteingehalte in der Endmast bei 125-135 g XP/kg (88% TM).

In der Fütterung tragender Sauen kommen teilweise noch niedrigere Gehalte vor. In diesem Zusammenhang ist die Schätzggleichung zur Umsetzbaren Energie näher zu betrachten. Diese wird anhand einer bestimmten Grundgesamtheit von Einzelversuchsergebnissen abgeleitet. Die aktuell gültige Schätzggleichung wurde anhand von Einzelversuchsergebnissen abgeleitet, deren Rohproteingehalt im Vergleich zu den aktuell gefütterten Rationen höher lag. Aufgrund dessen liegt der Anwendungsbereich der Formel bei 150 – 250 g XP/kg TM. Da die derzeit gefütterten Rationen, wie oben erwähnt, niedrigere Rohproteingehalte aufweisen, werden die bewährten Energie-Schätzggleichungen derzeit überarbeitet (Grümpl-Schlüter et al., 2019) und an die veränderten Rahmenbedingungen (Tiermaterial, Futterkomponenten, Rationsgehalte) angepasst. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Schätzggleichungen bedingt auch fortlaufende Verdaulichkeitsbestimmungen am Tier.

Die wissenschaftlich abgesicherten Vorgaben der GfE und DLG werden in Bayern erst in den letzten Jahren konsequenter umgesetzt (Schneider et al., 2020). Durch die gestiegene Verfügbarkeit von Aminosäuren und Phytasen sowie modernen Fütterungstechniken können N-/P-reduzierte Fütterungsverfahren ökonomisch umgesetzt werden. Aktuell sind Mineralfutter mit bis zu sechs Aminosäuren (Lysin, Methionin, Threonin, Tryptophan, Valin, Isoleucin) kommerziell verfügbar, die deutlich geringere Rohproteingehalte in den Rationen ermöglichen.

Im Bereich Phosphor kann durch die Weiterentwicklung der mikrobiellen Phytasen mehr Phosphor als bisher aus dem Futter freigesetzt und für das Schwein verfügbar gemacht werden. Mit einer bedarfs- und leistungsgerechten Dosierung dieser neuen Phytaseprodukte im Mineralfutter bzw. Ergänzer ist eine sichere Schweinemast mit hohen biologischen Leistungen und minimierten Phosphorausscheidungen möglich.

Hinsichtlich des physiologischen Bedarfs der Tiere stellen die Verfügbarkeit und Preiswürdigkeit der kristallinen Aminosäuren im Vergleich zu klassischen Eiweißfuttermitteln sowie der Phytatgehalt der Futterkomponenten und die Preiswürdigkeit der eingesetzten Phytase die praktischen Grenzen der Nährstoffreduzierung dar.

### **Düngegesetzgebung: Düngeverordnung und Stoffstrombilanzverordnung**

Die Fütterung der Schweine spielt in der Düngeverordnung (DüV) eine wesentliche Rolle: Die dort festgelegte Kategorisierung der schweinehaltenden Betriebe nach deren biologischer Leistung und dem praktizierten Fütterungsverfahren (Standard/Universal, N-/P-reduziert und stark N-/P-reduziert) entscheidet über den rechnerischen Nährstoffanfall und somit über den Flächenbedarf, über den ein landwirtschaftlicher Betrieb zur gesetzeskonformen Wirtschaftsdüngerausbringung unter Einhaltung der 170 kg-N-Regelung aus Wirtschaftsdünger verfügen muss (§ 3 Abs. 4, S. 4 DüV). Die Kategorien in der DüV basieren auf den von der DLG definierten Standardfütterungsverfahren (DLG, 2014). 2019 hat die DLG zusätzlich das „sehr stark N-/P-reduzierte Fütterungsverfahren“ definiert. Dieses wurde noch nicht in die aktuelle DüV übernommen, steht den bayerischen Betrieben aber ab dem 01.01.2021 zur Anwendung zur Verfügung.

Der Wegfall des betrieblichen Nährstoffvergleichs (Feld-Stall-Bilanz) in der novellierten DüV und die geplante Ausweitung des Geltungsbereichs der Stoffstrombilanzverordnung (StoffBilV, 2017) für einen Großteil der Betriebe zum 01.01.2021 werden das Thema Futter und Fütterung im schweinehaltenden Betrieb noch stärker in den Fokus rücken, da jeglicher Futterzukauf den N- bzw. P-Saldo des Betriebes

erhöht. In spezialisierten schweinehaltenden Betrieben gelangt weit über die Hälfte des gesamten N- und P-Inputs über den Futterzukauf in den Betrieb (Schneider und Brunlehner, 2019). Bei entsprechend strenger Bewertung der erlaubten N- und P-Salden in der neuen StoffBiV kann dies zu einer starken Beeinflussung der Fütterung führen.

### **Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung**

Ganz aktuell wurden durch die Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV) die Anforderungen an das Beschäftigungsmaterial für Schweine genauer definiert: Dieses muss organisch und faserreich sein (im Einklang mit den Anforderungen der Richtlinie 2008/120/EG über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen), aber nicht auch "fressbar". Trotzdem könnten sich aus der allgemeinen Forderung nach einer artgerechten Beschäftigung in Zukunft Auswirkungen auf die Fütterung ergeben.

### **NEC-Richtlinie**

Im Bereich der Luftreinhaltung muss Deutschland seine  $\text{NH}_3$ -Emissionen um 29% bis 2030 im Vergleich zum Basisjahr 2005 reduzieren (NEC-RL). Die NEC-Richtlinie wurde im Sommer 2018 durch die 43. Bundesimmissionsschutzverordnung (43. BImSchV) in nationales Recht umgesetzt und stellt die Landwirtschaft vor große Herausforderungen. Denn die Landwirtschaft als Hauptemittent von  $\text{NH}_3$  (95% der gesamten  $\text{NH}_3$ -Emissionen) muss mit ihrer Tierhaltung den Großteil der vereinbarten Reduzierung tragen (UBA, 2019).

Dies wird zu einem starken Druck auf die Rohprotein- bzw. Stickstoffgehalte der Rationen führen, da aufgrund verschiedenster Veröffentlichungen geschlussfolgert werden kann, dass bei Schweinen 10 g weniger XP im Futter 10-11% geringere  $\text{NH}_3$ -Emissionen zur Folge hat (Sajeev et al., 2017).

### **TA Luft (TA Luft-Entwurf vom 16.07.2018)**

Eigentlich sollte der Durchführungsbeschluss (EU) 2017/302 der Kommission vom 15. Februar 2017 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates in Bezug auf die Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel und Schweinen durch eine Novellierung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) in nationales Recht umgesetzt werden. Diese Umsetzung steht derzeit noch aus, da sich die TA Luft von 2002 seit geraumer Zeit in der Überarbeitung befindet.

Im Referentenentwurf vom 16.07.2018 werden maximal erlaubte Ausscheidungswerte für N und P für einzelne Tierkategorien (z. B. Schweinemast mit 750 g täglicher Zunahme, Sauenhaltung mit Ferkel bis 8 kg Lebendmasse) definiert, die den Kategorien der stark N-/P-reduzierten Fütterung laut DLG (2014) entsprechen. Ohne fachlichen Hintergrund werden im TA Luft Referentenentwurf zusätzlich maximale P-Ausscheidungen definiert, wenngleich diese hinsichtlich der Emissionen keinerlei Relevanz haben. In der aktuell gültigen TA Luft von 2002 wurde den einzelnen Tierarten bei bestimmter Nutzungsrichtung bzw. Haltungsform aufgrund deren Ausscheidungswerten ein  $\text{NH}_3$ -Emissionsfaktor in kg pro Tierplatz und Jahr zugewiesen. Dieser beträgt beim klassischen Verfahren der Mastschweinehaltung mit Zwangslüftung und Flüssigmistverfahren bisher 3,64 kg  $\text{NH}_3$ /Tierplatz und Jahr (Anhang 1, Tab. 11 der TA Luft). Dieser Wert ist beispielsweise entscheidend für den Abstand zum Wald bei einem etwaigen Stallneubau. Im aktuellen TA Luft-Entwurf vom 16.07.2018 wird die stark N-/P-reduzierte Fütterung bei Schweinen als Stand der Technik definiert. Die mit dieser

nährstoffangepassten Fütterung einhergehende 20%-ige  $\text{NH}_3$ -Emissionsminderung wurde sodann in die neuen Emissionsfaktoren eingepreist: 3,64 kg  $\text{NH}_3$ -Emission pro Tierplatz und Jahr abzüglich 20% Emissionsminderung ergeben 2,91 kg  $\text{NH}_3$ -Emission pro Tierplatz und Jahr. Dieser Wert soll zukünftig als neuer Referenzwert unter Berücksichtigung der neuen Fütterungsverfahren gelten. Erreicht werden müssen aber deutlich geringere Ammoniakwerte, denn der geforderte maximale Emissionsfaktor bei der Mastschweinehaltung mit Zwangslüftung und Flüssigmistverfahren darf maximal 1,8 kg  $\text{NH}_3$  pro Tierplatz und Jahr betragen (TA Luft-Entwurf).

Die Fütterung leistet mit 20% Reduzierung der  $\text{NH}_3$ -Emissionen schon einen großen Beitrag, dennoch ist der Einsatz zusätzlicher Minderungstechniken, wie beispielsweise geneigte Seitenwände des Güllekellers, Güllekühlung oder Abluftreinigung (Kombination verschiedener Techniken), notwendig, um die geforderten  $\text{NH}_3$ -Werte einhalten zu können. Außerdem soll zumindest für sogenannte G-Anlagen (über 750 Zuchtsauenplätze bzw. 2.000 Schweinemastplätze) nach der 4. BImSchV Abluftreinigung mit gesicherter Minderungsleistung für Geruch, Ammoniak und Staub verpflichtend eingeführt werden.

Somit ist die geplante TA Luft für Betriebe, die der BImSchV unterliegen, de facto eine Fütterungsverordnung, welche maximale N- und P-Gehalte in den Rationen respektive maximale Ausscheidungswerte vorschreibt.

## Markt

Neben dem Bedarf der Tiere und den gesetzlichen Vorgaben sind auch die Anforderungen des Marktes zu beachten. Die Einhaltung der Grenzen der jeweiligen Schlachtmaske (Schlachtgewicht, Muskelfleischanteil oder Indexpunkte) sind für die Ökonomie der Schweinemast weiterhin entscheidend und werden durch die Fütterungsstrategie maßgeblich beeinflusst. Zusätzlich gewinnen vereinzelt auch Programme mit gentechnikfreier Fütterung an Bedeutung, wenngleich diese Programme aufgrund mangelnder Akzeptanz teilweise auch wieder vom Markt verschwinden (Lehnert et al., 2020).

Die veröffentlichte Meinung suggeriert, dass der Verbraucher und somit der Markt spezielle Anforderungen an die Schweinefleischherzeugung, wie beispielsweise besonders tierwohlgerechte Haltungsformen oder Verwendung von Futtermitteln, habe, jedoch differieren die tatsächlichen Kaufentscheidungen häufig deutlich von den Befragungsergebnissen (Enneking et al., 2019).

## Fazit

Der Gesetzgeber nimmt an unterschiedlichen Stellen immer stärker Einfluss auf die Fütterung, insbesondere auf die N- und P-Gehalte der Rationen. Während im Bereich der Düngegesetzgebung der Eingriff eher indirekt über höhere Nährstoffausscheidungen und einen höheren Flächenbedarf zur sachgerechten Wirtschaftsdüngerausbringung erfolgt, ist die geplante neue TA Luft de facto eine Fütterungsverordnung, die bei Nichteinhalten der Vorgaben in der Fütterung bzw. den Nährstoffausscheidungen mittelfristig zum Verlust der Betriebserlaubnis führen kann.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die nährstoffreduzierten Fütterungsverfahren hinsichtlich Ökonomie, Ressourcenschutz und Tierwohl unbedingt weiter konsequent umgesetzt und weiterentwickelt werden müssen. Um die Schweinefleischproduktion in Bayern und Deutschland zu halten, ist dies die Aufgabe der gesamten Branche.

## Literatur

4. BImSchV: Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440).
43. BImSchV: Verordnung über nationale Verpflichtungen zur Reduktion der Emissionen bestimmter Luftschadstoffe vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222).
- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2008): Empfehlungen zur Sauen und Ferkelfütterung. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2010): Erfolgreiche Mastschweinefütterung. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, Arbeiten der DLG, Band 199, 2. Auflage. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2019): Merkblatt 418, Leitfaden zur nachvollziehbaren Umsetzung stark N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren bei Schweinen. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- Durchführungsbeschluss (EU) 2017/302 der Kommission vom 15. Februar 2017 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel oder Schweinen (ABl. Nr. L 43/231 vom 21.02.2017).
- DüV: Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) vom 26.05.2017 (BGBl. I S. 1305), die durch den Artikel 1 der Verordnung vom 28. April 2020 (BGBl. I S. 846) geändert worden ist.
- Ennekking, U., Kleine-Kalmer, R., Dauermann, A., Voigt, R. (2019): Kaufbereitschaft bei verpackten Schweinefleischprodukten im Lebensmitteleinzelhandel – Realexperiment und Kassenzonen-Befragung. <https://www.hs-osnabrueck.de/nachrichten/2019/01/nur-wenige-verbraucherinnen-und-verbraucher-zahlen-mehr-fuer-tierwohl-beim-fleisch/> download am 14.08.2020.
- GfE - Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- Grümpl-Schlüter, A., Berk, A., Schäffler, M., Spiekers, H., Dänike, S. (2019): Bewertung von Gleichungen zur Schätzung der Energiekonzentration von Schweinemischfutter. In: A. Zeyner und H. Kluth (Hrsg.) 15. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, 19.-21.11.2019, Wittenberg.
- Lehnert, S., Dorsch, K., Mayer, C. (2020): Keine „VLOG“-Schweine mehr für Netto und Edeka. Top agrar südplus 2/2020, S. 6.
- LKV Bayern - Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (2019): Fleischleistungsprüfung in Bayern 2019. Ergebnisse und Auswertungen. München: LKV Bayern.
- NEC-Richtlinie: Richtlinie (EU) 2016/2284 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14.12.2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG (ABl. L 344 vom 17.12.2016, S. 1).
- Richtlinie 2008/120/EG des Rates vom 18. Dezember 2008 über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen (ABl. L 47 vom 18.2.2009, S. 5)
- Sajeev, E.P.M., Amon, B., Ammon, C., Zollitsch, W., Winiwarter, W. (2017): Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 110, p.161-175.
- Schneider, S., Brunlehner, E.-M. (2019): Zwei Jahre Stoffstrombilanz - Ergebnisse und Erfahrungen zur Bilanzierung in bayerischen Praxisbetrieben In: Schweinehaltung - Neue Herausforderungen meistern! Tagungsband LfL-Jahrestagung 2019: Schweinefachtagung, 27.11.2019 in Ergolding, S. 63-72.
- Schneider, S., Kraft, J., Brunlehner, E.-M. (2020): Praktische Umsetzung der Nährstoffangepassten Schweinefütterung in Bayern – Eine Bayerische Erfolgsgeschichte. In: Katrin Harms und Wilhelm Windisch (Hrsg.): 58. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. Empfehlungen umsetzen – Rationsplanung und Rationskontrolle nutzen! Tagungsband, Freising, 15.10.2020. Grub: BAT, S. 76.
- Spiekers, H., Schneider, S. (2019): Stickstoffemissionen aus deutschen Rinderbetrieben - haben wir die Nase vorn oder gerümpft? LBH, 10. Leipziger Tierärztekongress, Tagungsband 3, S. 99-105.
- StoffBilV: Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb und betriebliche Stoffstrombilanzen (Stoffstrombilanzverordnung) vom 14. Dezember 2017 (BGBl. I S. 3942; 2018 I S. 360).
- TA Luft: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft-TA Luft) vom 24. Juli 2002.



TA Luft-Entwurf: Entwurf zur Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 16.07.2018, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berlin,  
<https://www.bmu.de/gesetz/entwurf-zur-neufassung-der-ersten-allgemeinen-verwaltungsvorschrift-zum-bundes-immissionsschutzgesetz/> download am 14.08.2020.

TierSchNutzTV: Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 2 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2147) geändert worden ist.

UBA - Umweltbundesamt (2019): Luftschadstoff-Emissionen in Deutschland.  
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland>. download am 14.08.2020.

**Autorenanschrift:**

Dr. Stephan Schneider  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3  
85586 Poing / Grub  
E-Mail: [Stephan.Schneider@lfl.bayern.de](mailto:Stephan.Schneider@lfl.bayern.de)

## **Rationskontrolle: Möglichkeiten und Grenzen der Beprobung am Beispiel der Flüssigfütterung**

**Martin Schäffler**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub

### **Einleitung**

Die Flüssigfütterung ist in bayerischen Schweinebetrieben stark verbreitet. Circa 62 % der im LKV-Bayern in der Leistungsprüfung erfassten Mastschweine werden mit einer Flüssigfütterung gefüttert.

Die Gründe für die flüssige Futtevorlage sind vielfältig. Der Hauptgrund ist die Flexibilität beim Einsatz verschiedenster Futtermittel. Vor allem der in der Vergangenheit stark gestiegene Einsatz von Maiskornsilage geschrotet oder als Ganzkorn hat die Investitionsentscheidungen der Schweinehalter in Richtung Flüssigfütterung beeinflusst. Die Flüssigfütterung ist etabliert und die Zuwachsleistungen der Tiere sind gut. Eine Fütterungskontrolle/Controlling von Fließfutteranlagen ist dennoch notwendig. Das zeigte eine Untersuchung der Hochschule Soest und des Erzeugerring Westfalen bei 49 Schweinemastbetrieben mit Flüssigfütterung. In ca. 80 % der untersuchten Betriebe konnte der kalkulierte Trockenmassegehalt des Fließfutters nicht erreicht werden (Freitag und Freisfeld, 2010). Das führt zur Fehlversorgung der Mastschweine, da die Schweine entweder zu viel oder zu wenig an Nährstoffen aufnehmen. Die Ursachen können vielfältig sein. Unter anderem werden beispielsweise zur Rationsgestaltung Tabellenwerte verwendet oder die Waage des Anmischbehälters wird nicht regelmäßig kalibriert.

Grundlage für die Fütterungskontrolle ist aber immer eine aussagekräftige Futteruntersuchung. Die Erfahrung zeigt aber, dass bei der dafür notwendigen Futterprobenahme immer wieder Fehler passieren können.

### **Grundlagen Futterprobennahme**

Die grundlegende Herausforderung einer Futterprobennahme ist es aus einer großen Grundgesamtheit an Futter eine kleine Teilmenge für die Untersuchung zu erhalten. Die Teilmenge muss die Grundgesamtheit abbilden. Für die amtliche Futterprobennahme der Futtermittelkontrollbehörden gibt es dafür rechtliche Vorgaben (EU, 2009), die eine systematische und einheitliche Beprobung sicherstellen. Hierbei ist abhängig von der Menge der zu beprobenden Partie eine bestimmte Anzahl an Einzelproben zu ziehen. Aus den Einzelproben wird eine Sammelprobe gebildet und aus dieser erhält man nach einer Probenteilung die Endproben für das Labor oder das Rückstellmuster (Abb. 1).

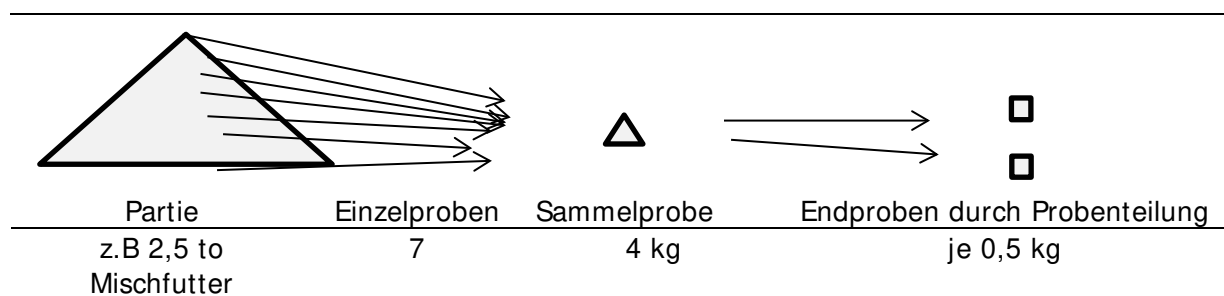


Abb.1: Ablaufschema Futtermittelbeprobung nach amtlichen Vorgaben (EU, 2009)

Die Probenteilung erfolgt dabei am besten mit speziellen Probenteilern. Diese Vorgaben können aber nicht 1:1 für die Futterprobenziehung in der landwirtschaftlichen Praxis übernommen werden. Die grundlegende Systematik sollte man dabei aber immer bedenken. Am einfachsten ist sie auf die Beprobung von Trockenfutter anzuwenden. Bei der Beprobung von Flüssigfutter sind aufgrund der schnellen Entmischung für die Praxis andere Lösungen notwendig.

## Futterprobennahme Flüssigfutter-Monitoring

Immer wieder gibt es Beschwerden von Landwirten und Beratern, dass sich bei der Untersuchung von Flüssigfutter starke Abweichungen zur kalkulierten Ration ergeben. Eine Auswertung von Flüssigfutterproben aus webFuLab (LfL, 2020) zeigt, dass die Schwankungen bei den einzelnen Nährstoffen enorm sein können (Tab.1).

Tab.1: Auswertung von Flüssigfutterproben für Mastschweine aus webFuLab 2013-2020 bezogen auf 88% TM (LfL, 2020)

<b>Trockenfutter g/ kg 88% TM</b>	<b>TM g</b>	<b>Rohasche g</b>	<b>Rohprotein g</b>	<b>Lysin g</b>	<b>Rohfaser g</b>	<b>ME<sub>Schwein</sub> MJ</b>	<b>Kalzium g</b>
<i>Mittelwert</i>	231	47,0	162,0	9,1	40,7	13,2	7,4
Min-Wert	71	21,0	81,9	3,7	16,8	10,3	0,5
Max-Wert	380	124,0	225,2	14,6	105,8	14,3	22,1
Standardabw.	45	10,3	22,0	1,7	10,2	0,5	2,6

Dabei wird auch oftmals dem Labor vorgeworfen Fehler bei der Untersuchung zu machen. Vor allem die Aminosäureuntersuchung ist anspruchsvoll und auch in Laboren passieren Fehler. Aber der Einfluss der Probenahme wird von der Praxis oft ausgeblendet. Das LfL-Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft führte deshalb ein Monitoring durch, bei welchem durch eine systematische Beprobung Fehler bei der Probennahme vermieden werden sollten. Diese Untersuchungen wurden auf dem Staatsgut Schwarzenau und zwei Praxisbetrieben durchgeführt. Dabei wurde zum Aufdecken von Mischfehlern nur die Beprobung aus dem Anmischbehälter untersucht. Abweichend von den Empfehlungen zur Probenahme aus der EU-Verordnung/amtlichen Probenahme wurde auf eine Sammelprobe (Abb. 1) verzichtet. Aufgrund der schnellen Entmischung von Flüssigfutter würde das für die Praxis den Aufwand erhöhen und eine zusätzlich Fehlerquelle darstellen.

## Probenahmesystematik

### *Vorbereitung der Beprobung*

Für eine reibungslose Durchführung der Beprobung müssen einige Materialien vorbereitet werden (Abb.2).

- Es werden 2 Liter Weithals-Probenflaschen (a) empfohlen. Diese sind über die LKV-Berater erhältlich.
- Ein Schöpfbecher (b) oder Stechheber (c) als Probenahmegerät und ein Trichter (d) sowie ein Teigspachtel (e) als Hilfen zum Befüllen der Flasche sind notwendig.
- Bei der Beprobung mit dem Schöpfbecher sollte dieser tief eingetaucht werden, damit der ganze Querschnitt des Mischbehälters erfasst wird.

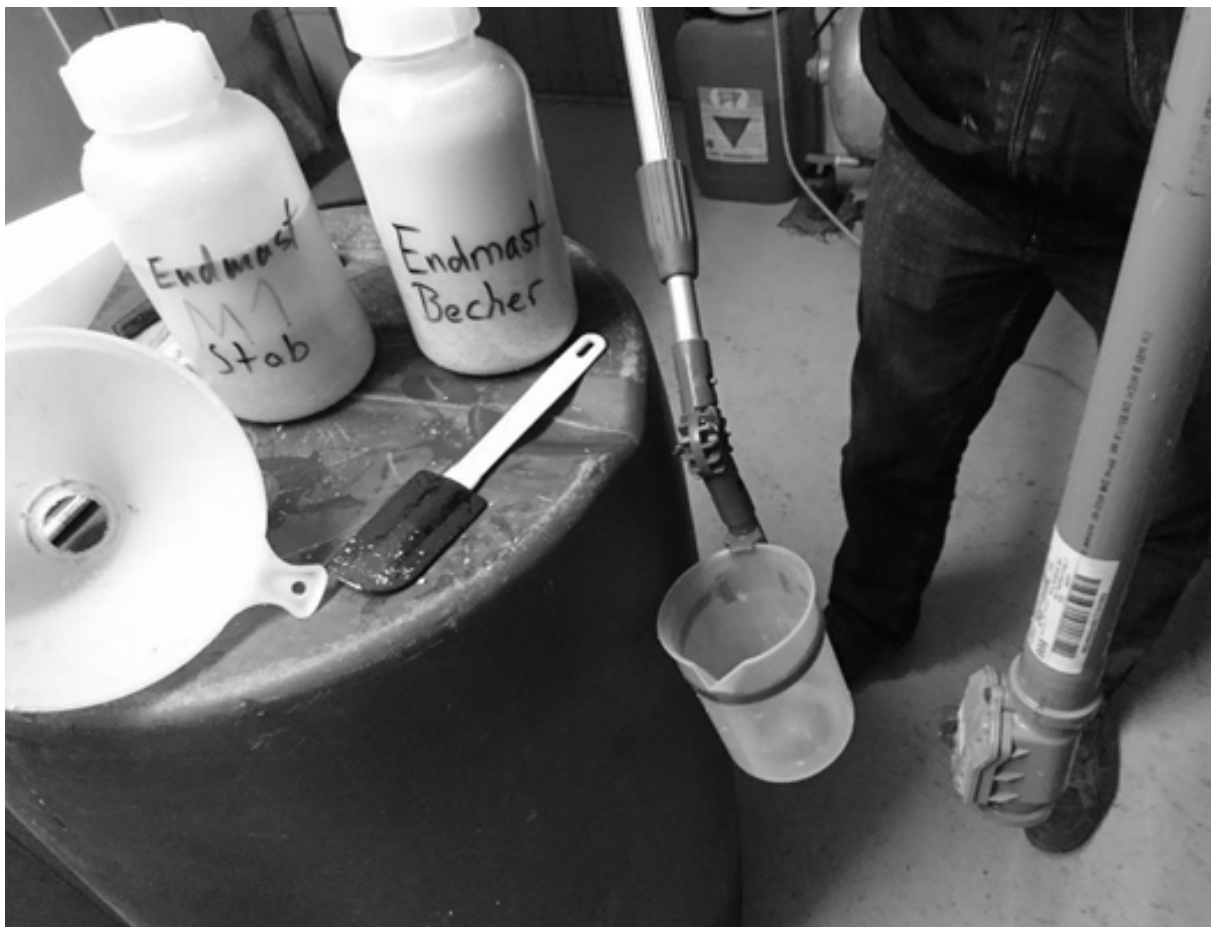


Abb. 2: Materialien für die Probenahme

### *Beprobung des Flüssigfutters*

- Die Mischung muss gut aufgerührt werden.
- Das Rührwerk schaltet meist beim Öffnen des Deckels aus. Deshalb sollte zu zweit beprobt werden. Eine Person öffnet den Deckel, die andere nimmt die Probe (Abb. 3).
- Eine schnelle Beprobung ist wichtig, damit Entmischungen vermieden werden.

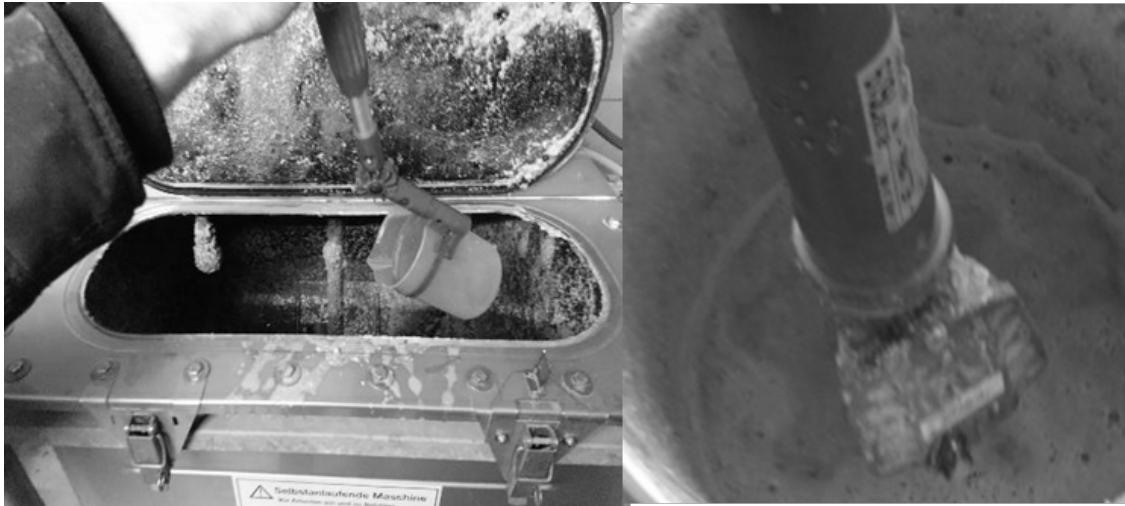


Abb.3: Beprobung aus Anmischbehälter mit Schöpfbecher und Stechheber

### *Befüllen der Probenflasche*

- Die gesamte Probenmenge aus Probenahmegerät muss in die Flasche, da fehlende Festanteile, die am Probenahmegerät haften, das Untersuchungsergebnis verfälschen können.
- Für die Befüllung sollte ein Trichter verwendet werden damit nichts verschüttet wird. Mit dem Teigspachtel können feste Reste aus Schöpfbecher/Stechheber gekratzt werden (Abb.4).
- Mit dem Schöpfbecher (ca. 1 L) ist nach zwei Beprobungen die Flasche voll. Mit dem Stechheber ist die Flasche nach 2 - 4 Beprobungen ca. 3/4 voll.
- Das Labor benötigt ca. 1,5 - 2,0 Liter Flüssigfutter für die Untersuchung.



Abb. 4: Befüllen der Probenflasche und Auskratzen von Festanteilen mit Teigspachtel

## Ergebnisse

Einige Ergebnisse des Monitorings zur Fütterungskontrolle sind in Tabelle 2 dargestellt. Grundsätzlich waren die Abweichungen der untersuchten Flüssigfutmischungen zu den berechneten Rationen gering oder im Bereich der zulässigen Toleranzen/Analysenspielräume. Das lässt den Schluss zu, dass die Flüssigfütterungsanlagen der Betriebe ordnungsgemäß mischten. Auch das System der Probennahme hat sich bewährt.

Tab. 2: Gegenüberstellung von einigen Flüssigfutter-Untersuchungsergebnissen aus dem Monitoring zu den berechneten Gehalten aus der Rationsplanung mit Zifo2 (Trockenfutter 88% TM)

<b>Schwarzenau Staatsgut Endmast</b>		aus Behälter mit Schöpfbecher	aus Auslaufhahn direkt hinter der Pumpe direkt in Probenflasche	Zifo2 berechnet mit untersuchten Einzelkomponenten	Zifo2 berechnet Tabellenwerte
88% TM g/kg					
TM	g	208	140	250	
Rohasche	g	45	43	44	
Rohprotein	g	139	145	135	
Rohfaser	g	33	40	33	
ME <sub>Schwein</sub>	MJ	13,30	13,09	13,00	
Lysin g	g	7,5	9,2	8,3	
Threonin	g	5,5	6,2	5,3	

<b>Praxisbetrieb 1 Vormast</b>		aus Behälter mit Schöpfbecher	Aus Behälter mit Stechheber	Zifo2 berechnet mit untersuchten Einzelkomponenten	Zifo2 berechnet Tabellenwerte
88% TM g /kg					
TM	g	192	176	179	250
Rohasche	g	41	41	42	46
Rohprotein	g	206	207	209	198
Rohfaser	g	53	55	41	37
ME <sub>Schwein</sub>	MJ	13,3	13,3	13,4	13,03
Lysin g	g	11,9	12,3	11,4	10,7
Threonin	g	7,7	7,4	7,8	7,7

<b>Praxisbetrieb 2 Vormast</b>		aus Behälter mit Schöpfbecher	aus Behälter mit Stechheber	Zifo2 berechnet mit untersuchten Einzelkomponenten	Zifo2 berechnet Tabellenwerte
88% TM g /kg					
TM	g	238	249	251	
Rohasche	g	39	38	44	
Rohprotein	g	165	166	162	
Rohfaser	g	42	45	36	
ME <sub>Schwein</sub> MJ	MJ	13,3	13,3	13,2	
Lysin	g	10,5	11,0	10,5	
Threonin	g	6,5	7,1	6,5	

Die untersuchten Mischungen passten tendenziell besser zu den berechneten Rationen, wenn die Rationen mit untersuchten Einzelkomponenten und nicht mit Tabellenwerten im Rationsprogramm Zifo2 berechnet wurden (LfL, 2016). Bei der Beprobung im Staatsgut Schwarzenau wurde neben der Probenziehung aus dem Behälter mit einem Schöpfbecher auch aus einem Auslaufhahn hinter der Pumpe eine Flüssigfutterprobe gezogen. Dabei wurde die Probe direkt in die Probenflasche abgefüllt. Um nichts zu verspritzen wurde der Hahn sehr vorsichtig geöffnet. Dabei kamen zu Beginn anscheinend mehr flüssige Anteile in die Probenabnahmeflasche. Die Trockenmasse weicht deshalb stark von der Berechnung ab und die Rohproteingehalte/Aminosäuregehalte sind erhöht. Eine Erklärung dafür, dass trotz einer verringerten Trockenmasse die Nährstoffkonzentration erhöht ist, konnte nicht gefunden werden. Das zeigt aber wieder die Bedeutung der Trockenmasse als Indikator dafür, dass etwas nicht passt. Entweder liegt bei der Probennahme ein Fehler vor oder die Mischgenauigkeit der Flüssigfütterungsanlage ist fehlerhaft. In diesem Falle lag es eindeutig an der Probennahme.

Der Parameter Rohasche ist normalerweise auch ein Indikator für Entmischungen oder Fehldosierungen von Mineralfutter. In diesem Monitoring wurden zwar bei Betrieb 2 im Rohaschegehalt Abweichungen festgestellt, der Rohprotein-/Aminosäuregehalt stimmte aber mit der kalkulierten Ration sehr gut überein. Weil die Aminosäuren besonders im Fokus standen, wurden die Calcium- und Phosphorgehalte im Monitoring ein wenig ausgeblendet.

Beim Vergleich der Probenahmegeräte konnte man beim Stechheber tendenziell höhere Lysingehalte beobachten. Man sollte aber bei der Aminosäureausstattung nicht nur allein das Lysin im Blick haben, sondern z.B. auch auf Threonin oder Tryptophan achten. Diese sind meist stabiler bei der Untersuchung.

Bei diesem Monitoring wurde nur die Beprobung aus dem Anmischbehälter in Schweinebetrieben mit Flüssigfütterung untersucht. Was passiert, wenn das Futter den Behälter verlässt und über die Ventile in die Tröge ausdosiert wird, war nicht Gegenstand des Monitorings. Speziell der Mineralstoff Calcium und das Spurenelement Zink scheinen hierbei auffällig zu sein. In einer Untersuchung aus dem Jahr 2008 wurden abnehmende Konzentrationen im Flüssigfutter mit zunehmender Entfernung des Ventils vom Mischbehälter festgestellt. Das Rohprotein war in dieser Untersuchung aber unauffällig (Luft, 2008). Die Aminosäuren wurden nicht betrachtet, was für zukünftige Untersuchungen interessant wäre.

## Fazit und Ausblick

Die Grundintention des Flüssigfutter-Monitorings war es für die Praxis eine Handlungsempfehlung für eine systematische Probenziehung am Behälter zur Fütterungskontrolle entwickeln. Dazu gehört eine genaue Vorbereitung der Beprobung mit geeigneten Probenahmegeräten wie einem Schöpfbecher oder Stechheber. Die passenden Probenabnahmeflaschen müssen vorhanden sein und die gezogene Probenmenge muss an die Größe der Probenabnahmeflasche anpassen werden. Zusätzlich dürfen keine festen Reste im Probenahmegerät festkleben und zurückbleiben, die für die Untersuchung notwendig wären. Deshalb sollten ein Trichter für das Befüllen der Flaschen und ein Teigspachtel zum Auskratzen von Resten in den Probenahmegeräten nicht fehlen.

Bei der Beurteilung der Untersuchungsergebnisse ist die Trockenmasse der erste Parameter, der auffällig sein kann. Auch anhand der Rohasche kann man ableiten, ob etwas nicht in Lot ist (Mineralfutterdosierung). Falls Aminosäuren untersucht werden, sollten nicht nur Lysin, sondern auch Threonin und Tryptophan für die Bewertung herangezogen werden. Es wird aber immer

Untersuchungsergebnisse geben, bei denen man auch nach Berücksichtigung der Toleranzen/Analysenspieleräume an eine Grenze kommt und keine plausible Erklärung findet.

Grundsätzlich ist bei der Rationsplanung mit untersuchten Einzelkomponenten zu rechnen. Die Trockenmassen, die für die spätere Eingabe am Mischcomputer wichtig sind, und die Nährstoffgehalte werden so besser erfasst. Vor allem bei der Verfütterung von flüssigen Nebenprodukten sollte das routinemäßig erfolgen. Dadurch gibt es auch weniger Unterschiede zwischen der berechneten und der untersuchten Ration. Die Ausgangsbasis für die Fütterungskontrolle ist dadurch grundlegend besser, da es weniger unbekannte Parameter gibt.

## Literaturverzeichnis

EU-Europäische Union (2009): VERORDNUNG (EG) Nr. 152/2009 DER KOMMISSION vom 27. Januar 2009 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Untersuchung von. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0152&from=DE>.

Freitag, M., Freisfeld, G. (2010): Fließfutter: TS-Gehalte sind oft falsch. Erzeugerring Westfalen Jahresbericht 2010, 12-15.

LfL- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2020): webFuLab. Onlineanwendung zur Futteruntersuchung für LKV-Betriebe. Online verfügbar unter <https://www.stmelf.bayern.de/neofulab/?0> . zuletzt geprüft am 16.08.2020.

LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2016): Zifo2 Zielwert-Futteroptimierung. Version 2: LfL.

Luft, J. (2008): Quantitative und qualitative Dosiergenauigkeit von Flüssigfütterungsanlagen für Mastschweine (Dissertation Agrarwissenschaften). Institut für Tierernährung und Ernährungsphysiologie und Institut für Landtechnik der Justus-Liebig-Universität Gießen. Gießen.

### Autorenanschrift:

Martin Schäffler  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3  
85586 Poing / Grub  
Tel. 089 99141 447, ab November 2020: 08161 8640 7447  
E-Mail: [Martin.Schaeffler@lfl.bayern.de](mailto:Martin.Schaeffler@lfl.bayern.de)



## **Füttern über Computer und Handy, (wie) funktioniert die Onlineanbindung von Steuerungstechnik und Remotegerät?**

**Rolf Feldmann**

Landwirtschaftskammer NRW

In der Schweinefütterung wird heute schon so vieles (voll-) automatisiert und einiges fernbedient. Die meisten, neueren Fütterungsrechner (Steuerungs- und Regeleinrichtungen) benutzen Industrie-PCs um die Fütterung der Tiere in Gang zu setzen. In der Regel geht es dabei nicht nur um einen reinen Ausdosiertvorgang, sondern man erfasst und verwaltet Daten und kann somit noch zusätzlich Ergebnisse erzielen. Die Managementaufgaben, bei der Fütterung der Tiere, können mit solchen Systemen über ein zwingend nötiges Potential hinaus ausgeweitet werden, wenn dazu nötige Parameter berücksichtigt und eingehalten wurden. Setzt man dann noch auf die heute möglichen Onlineverbindungen, sollten im Stall aber auch die dazu nötigen Voraussetzungen für eine verlässliche Datenerhebung gegeben sein.

Denkt man an die mögliche oder nötige Anpassung des Futterbedarfs über das Alter, das Gewicht und die Leistung der Tiere, dann kann man mit einer modernen Steuerung viel erreichen aber auch ein gehöriges Potential liegen lassen. Genannt seien hier die Möglichkeiten der Einstellung / Vorgabe von Futterkurven, die Fresszeitsteuerung, das Verschneiden der Mixtur zur (Mehr-) Phasenfütterung, die Dosierung von speziellem Futter (Additiven) bei besonderem Bedarf, die Gruppen- oder vielleicht sogar Einzelauswertung von Tieren. Viele Punkte die aber nicht nur eine entsprechende Hardware benötigen, sondern auch auf genaue Datenverwaltungen angewiesen sind, die häufig händisch beeinflusst werden.

Anfangen muss ein verlässliches System schon im Vorratslager und aus den Futterdosiereinrichtungen, der eigentlichen Futtermaschine / dem Mischbehälter, dem Ausdosiersystem zum und eventuell auch von den Sensoren im Trog, gehen dann hoffentlich genaue Daten zurück in den Fütterungscomputer. All das sollte möglichst störungsfrei und auch mit validen Ergebnissen einhergehen. Hier gibt es aber an verschiedenen Stellen Probleme, die nicht nur durch eine stärkere Digitalisierung hervorgerufen werden, sondern auch schon mal in der Hardware zu suchen sind. Schlussendlich müssen für spätere Managementaufgaben verlässliche Ergebnisse aus der Fütterung vorliegen und sie können, wenn diese im WWW oder in einer Cloud liegen, oft nicht mehr korrigiert werden. Landwirtschaft 4.0 verlangt in Zukunft deshalb noch einige weitere Entwicklungsschritte, die u. a. eine verlässliche Datengrundlage beinhalten oder ermöglichen.

Schon ein schlecht 'laufendes' Silo mit Brückenbildung oder eine dort mögliche Entmischung der eingelagerten Komponente, ist nicht gerade förderlich für eine genaue Dokumentation des später verwendeten Fertigfutters und in der Folge auch nicht für die Zuordnung der tatsächlichen Futteraufnahme zu den Tieren. Muss eine Ersatzkomponente gewählt werden ist es oft schwierig genug ein gleichwertiges Futter, mit den nötigen Energiegehalten bzw. Inhaltsstoffen, bei vergleichbarem TS-Gehalt, einzusetzen. Sind beispielsweise Förderstrecken nicht dafür ausgelegt kleinste Mengen zu dosieren, weil sie zu große Nachlaufzeiten haben oder einfach von ihrer Kapazität auf 'Menge' und nicht auf 'Genauigkeit' ausgelegt wurden, ist eine Dosierung von Kleinmengen zu vermeiden. Hier kommt bei Flüssigfütterungen in der Regel auch noch ein Rührwerk im Anmischbehälter als möglicher Störfaktor hinzu, welches bei der Dosierung von Mengen im Grammbereich auf jeden Fall abgestellt werden muss. Erst ab 1 bis 2 kg-Anteilen kann hier bei vielen

Anlagen überhaupt verworfen werden, die auch erst ab 10 bis 20 kg mengenmäßig genau werden. Bei der Ausdosierung in den Trog werden die größeren Mengen auch wieder eine höhere Genauigkeit erzielen. Es werden heute für diese Probleme schon technische Einrichtungen vorgehalten, die aber auch eingesetzt werden müssen, wenn es auf genaue Daten ankommt. Als erster Hinweis gilt, sind die abgerechneten Mengen aus einer Fütterungsanlage grob abweichend vom 'eingekauften' Futter dann ist die erste Datengrundlage schon nicht verlässlich.

Aber auch in den Steuerungen kommt es immer wieder zu Problemen mit der Datenverwaltung, wenn bestimmte Schritte nicht eingehalten werden. Die meisten aktuellen Fütterungscomputer besitzen heute ein Ein- und Ausstellmenü, bis hin zur Gruppenauswertung für die zu versorgenden Tiere. Will man die Tierdaten durchgängig im eingesetzten System verwalten, über die Ventile den dort zugeordneten Tieren eine jeweils ausdosierte Futtermenge verbuchen, dann ist es auch nötig das im Programm ein dazu eingerichtetes Menü verwendet wird. In der Regel kann man auch an den Ventildaten die Veränderungen im Tierbestand vornehmen, wirft damit aber in der Regel schon eine im Hintergrund laufende Auswertung durcheinander.

Eingetragene Futterkurven oder Mixturen müssen auch immer wieder gepflegt werden. Tiere mit einer besonderen Genetik entwickeln sich, bei einem bestimmten Futter, schon mal unterschiedlich. Für eine genaue, spätere Auswertung von Daten ist aber auch hier nötig die Anpassungen an der richtigen Stelle durchzuführen. Futterkurven können / sollten angepasst werden bevor ständig Korrekturen in den Ventildaten vorgenommen werden müssen. Das Zunahmepotential der Tiere bestimmt, zusammen mit dem aufgenommenen Futter, ihre Entwicklung. Das bedeutet aber auch eine regelmäßige Kontrolle vorgegebener Parameter (Futter: Zunahme -Kurve) um die nötige Gesundheit der Tiere und eine ausreichende Wirtschaftlichkeit erzielen zu können. Hier wird es gerade durch mobile Einrichtungen zur Fernsteuerung solcher Anlagen einen Vorteil geben, wenn alle zuvor genannten und einige weitere Parameter eingehalten werden können. Zum Beispiel bei der Ventilkontrolle im Stall kann mit einem Remote-Gerät schnell eine Anpassung der Parameter im Fütterungscomputer durchgeführt werden. Viele Sachen die bei der täglichen Kontrolle im Abteil festgestellt werden können damit online, bevor man sie wieder vergessen hat, geändert werden. Aber auch die Digitalisierung, bzw. die Fernbedienung, führt hier noch nicht dazu das alle Fehler vermieden werden, man kann sie aber in der Regel sofort ausgleichen und sie werden hoffentlich auch eher bemerkt.

Ohne eine Schnittstelle zum World Wide Web wird kaum noch eine größere Fütterungsanlage ausgeliefert. Fast jeder Hersteller ist bedacht darauf, dass bei möglichen Fehlern oder Störungen ein Online-Service möglich wird um z.B. Fahrtzeiten und -Kosten zu sparen. Leider gibt es gerade in Außen-Lagen immer noch Löcher in der Daten-Breitband-Versorgung und Fernbedienungen müssen dann häufig mit einem größeren Aufwand eingekauft werden. Funkverbindungen über GSM / LTE - Netze können hier eventuell ein Ausweg sein. Auch die Verknüpfungsmöglichkeit über ein entsprechendes Programm/eine App, muss bei der Einrichtung der Fernbedienungssysteme ausgewählt werden. Hier gibt es die Möglichkeiten auf externe Anwendungen zu setzen, die nicht vom Hersteller des eingesetzten Systems kommen oder man kann firmenspezifische Programme nutzen. Bei allen ist der Geräteaufwand zu beachten und es sollten weitere Einsatzmöglichkeiten abgeklärt werden. Nur wenn ein gewähltes mobiles Gerät den Systemen auf dem Betrieb und den Wünschen der Nutzer angepasst wurde, kann später eine ausreichende Akzeptanz erreicht werden. Kaum einer freut sich wenn er wegen verschiedenen Regelungen und Steuerungen auf dem Hof mehrere Handterminals mitnehmen muss.

Es sind auch die Punkte zu beachten, die eben die gewünschten Erleichterungen über solche Systeme bringen sollen. Es muss auf dem Betrieb auch ein gutes internes Netz vorhanden sein. Was hilft einem die Fernbedienung in der Hand, wenn man sie nicht in allen Ställen nutzen kann. Häufig sind gerade auf landwirtschaftlichen Betrieben, alleine schon durch die Entfernungen, für WLAN-Verbindungen mehrere Zugangspunkte / 'Access-Points' nötig, die nicht nur mit entsprechenden Hardware-

Produkten ausgerüstet werden müssen, sondern später auch noch einen gewissen Support benötigen. Zum anderen ist neben der gewünschten Fernbedienbarkeit möglichst auch ein „Push“-Modus für aktuelle Infos / Nachrichten oder Störungen anzustreben. Was nutzt es einem wenn das leere Silo oder der Temperaturalarm nicht automatisch zu einer Meldung führt und diese erst nach einer Bedienung des zuständigen Programms auf dem mobilen Handgerät erscheint. Außerdem sollten Daten die im Stallbüro, hier beispielsweise auf dem Fütterungsrechner, generiert wurden, über das System abrufbar bzw. übertragbar sein. Eine nötige Vernetzung von verschiedenen Stalldaten und denen aus dem restlichen Betrieb wird in Zukunft immer wahrscheinlicher. Das wird in der Regel auch nicht mehr so häufig im Betriebsrechner, sondern eher in einer übergeordneten Wolke, einer Cloud, dem Server eines Dienstleisters stattfinden. Gerade wenn solche Dienste in Anspruch genommen werden, ist eine große Zuverlässigkeit, nicht nur vom Dienstleister, sondern auch in die Daten notwendig.

So genannte ‘Cross Innovation‘ Projekte, wollen unter anderem die Digitalisierung zur tiergerechten Schweinehaltung, unter Berücksichtigung des Ressourcenschutzes, zur Beratung einsetzen. Sie wollen Beratungsfunktionen erarbeiten, qualifizieren und fördern, haben in vielen Ställen auf den Betrieben aber noch Grundlagenarbeit zu leisten. Nur bei einer gewissen Sorgfalt ist es möglich zukünftig alle Daten genau, sicher und dann auch noch online zu bekommen. Hier ist aber auch immer wieder mit innovativen Betriebsinhabern zu sprechen, die Digitalisierungsmaßnahmen offen gegenüberstehen und auch zu einem Erfahrungsaustausch bereit sind.

## Literatur

- |  |                   |
|--|-------------------|
| Futtermittelliste bei Mastschweinen  | DLG Merkblatt 360 |
| Ulrich Averberg u. Tobias Scholz LWK-NRW; Prof. Dr. Martin Ziron, FH Südwestf. Soest     |                   |
|  |                   |
| Fütterungsanlagen für Schweine – Mischen u. Transportieren                               | DLG Merkblatt 361 |
| Reinhard Schulte-Sutrum, LWK-NRW, Haus Düsse; DLG Ausschuss Technik i. d. Tierproduktion |                   |
|  |                   |
| Leitfaden zur ... Umsetzung stark N-/P- red. Fütterung ...                               | DLG Merkblatt 418 |
| DLG Arbeitskreis Futter u. Fütterung; Dr. Gerhard Stalljohann LWK-NRW u. weitere         |                   |
|  |                   |
| Fütterungstechnik für tragende Sauen in der Gruppenhaltung                               | DLG Merkblatt 440 |
| Prof. Dr. Martin Ziron, FH Soest; Tobias Scholz, LWK-NRW Haus Düsse                      |                   |
|  |                   |
| Digitalisierung in der Landwirtschaft  | DLG Merkblatt 447 |
| DLG-Ausschuss für Digitalisierung; Prof. Dr. Hans W. Griepentrog, Universität Hohenheim  |                   |
|  |                   |
| Gesamtbetriebliches Haltungskonzept Schwein/Mastschweine                                 | BLE/BZL und VLK   |
| Kooperation der Landesanstalten und Landesämter für Landwirtschaft                       |                   |

**Autorenanschrift:**

Rolf Feldmann  
Tierproduktion, Haltungstechnik und Elektronik  
Fachbereich 71  
VBZL Haus Düsse, Ostinghausen  
59505 Bad Sassendorf  
Email: Rolf.Feldmann@LWK.NRW.de

## **Schweinehaltung in Bayern - Quo vadis? Lehren aus dem Projekt „Demonstration Farms“**

**Eva-Maria Brunlehner, Stephan Schneider**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung  
und Futterwirtschaft, Poing-Grub

### **Einleitung**

Die zukünftige Entwicklung und die Perspektiven bayerischer Schweinehalter werden von verschiedenen Themenfeldern beeinflusst. Die nachfolgenden Ausführungen fokussieren sich auf den Teilbereich der Umwelt- und Düngegesetzgebung. Die Grundlage für diesen Artikel bildet der Beitrag von Schneider (2020): „Schweinehaltung in Bayern – Status Quo: Zwänge und Handlungsspielräume in der Fütterung“ mit seiner abschließenden Erkenntnis, dass der Gesetzgeber an den unterschiedlichen Stellen immer stärker Einfluss auf die Fütterung nimmt. In den Ausführungen wird die neue Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft de facto durch die Umsetzung der Vorgaben der besten verfügbaren Techniken (BVT) als „Fütterungsverordnung“ identifiziert (TA Luft-Entwurf, 2018), die bei Nichteinhalten der Vorgaben in der Fütterung bzw. den Nährstoffausscheidungen mittelfristig zum Verlust der Betriebserlaubnis führen kann, wohingegen der Düngegesetzgebung durch ihre Vorgaben eher indirekte Eingriffe in das tierische Produktionsverfahren zugeordnet werden.

Bestandteil der Düngegesetzgebung ist neben der Düngeverordnung die 2018 in Kraft getretene Stoffstrombilanzverordnung (StoffBilV). Hierbei werden, vergleichbar zur Hof-Tor-Bilanz, die Zu- und Abfuhr von Stickstoff (N) und Phosphor (P) auf Gesamtbetriebsebene erfasst und bilanziert. Für Schweinehaltende Betriebe mit landwirtschaftlicher Nutzfläche ergeben sich aus den Vorgaben verschiedene für die Bilanz relevante Nährstoffpfade (Abbildung 1).

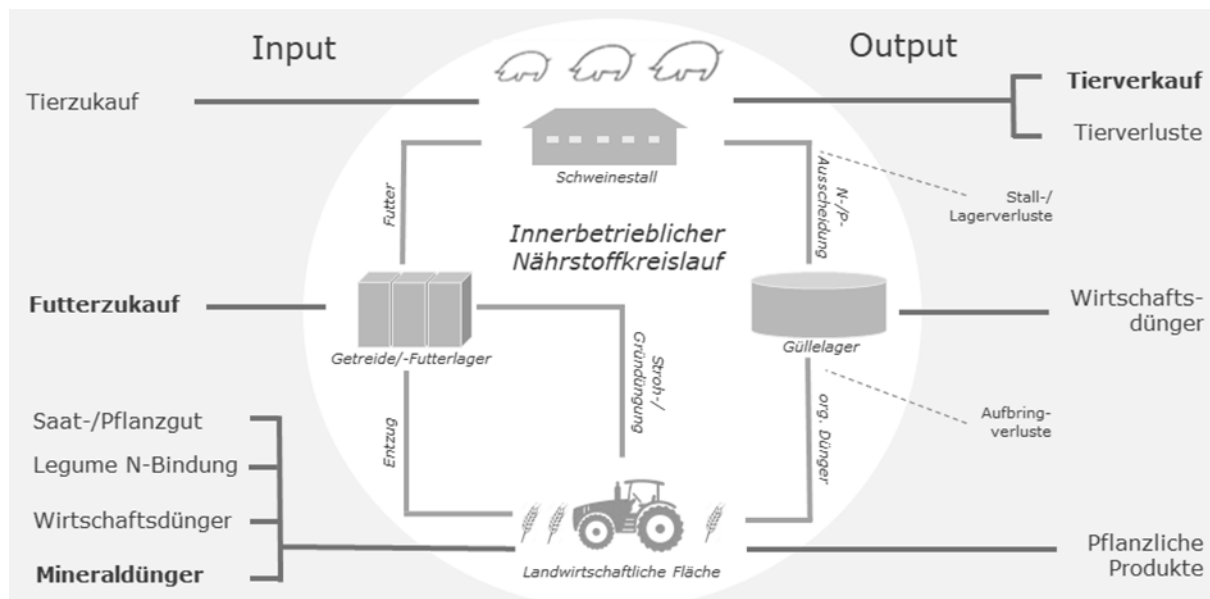


Abbildung 1: Gesamtbetrieblicher Nährstoffkreislauf in Anlehnung an Hülsgen et al. (1997) und Böswirth (2017).

Da bisher die Feld-Stall-Bilanz als Grundlage für den Nährstoffvergleich die Tierhaltung nur auf Basis von Standardverfahren berücksichtigte, gewinnt zukünftig die tatsächliche Wirtschaftsweise, d.h. das praktizierte Fütterungsverfahren an Bedeutung. Sowohl der gesamtbetriebliche Nährstoffkreislauf mit Nährstoffin- und output über Zu- und Verkäufe, als auch der innerbetriebliche Nährstoffkreislauf beeinflussen den Nährstoffsaldo des Betriebs. Sind aktuell nur wenige Betriebe in Bayern von der StoffBilV betroffen, wird eine verpflichtende Einführung für alle Betriebe (oberhalb von Bagatellgrenzen) laut Evaluierungsbericht der StoffBilV bereits vor 2023 erwartet. Es stellt sich die Frage, ob bzw. in welcher Weise die Düngegesetzgebung in Form der StoffBilV zukünftig eine Herausforderung für die betroffenen Betriebe darstellt und wie sie die zukünftige Entwicklung der Schweinehaltung in Bayern beeinflussen wird.

## Verbundprojekt demonstration farms

Die Ergebnisse des vom Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten geförderten Verbundprojekts „demonstration farms - Implementierung einer gesamtbetrieblichen Betrachtung zur nährstoffangepassten Fütterung in bayerischen Schweinebetrieben über digital aufbereitete Daten in einem webbasierten Informationscenter (Kurztitel: demonstration farms)“ können einen Beitrag zur Beantwortung dieser Frage leisten. In einem Zeitraum von Juli 2017 bis Juli 2021 werden die Nährstoffflüsse von 22 Betrieben (Schweinemast und Ferkelerzeugung) erfasst, mithilfe der Stoffstrombilanz bewertet und Optimierungspotentiale aufgezeigt. Die Metadaten sowie die ersten Ergebnisse des Verbundprojekts wurden bereits durch zahlreiche Veröffentlichungen (Brunlehner und Schneider, 2018; Schneider und Brunlehner, 2019a, b) ausführlich beschrieben.

## Auszug aus den Ergebnissen

Da die Datenauswertung für den gesamten Projektzeitraum einschließlich der Ergebnisse aus dem Wirtschaftsjahr 2019/2020 noch nicht abgeschlossen ist, werden für die mehrjährige Auswertung nur vorläufige Ergebnisse dargestellt.

Für jeden teilnehmenden Projektbetrieb wird die betriebliche Stoffstrombilanz berechnet und die N-Salden mit dem nach § 6 StoffBilV vorgeschriebenen Bewertungsschema abgeglichen. Für die Bewertung des N-Saldos besteht eine Wahlmöglichkeit: Entweder wird ein bundeseinheitlich zulässiger Bilanzwert von 175 Kilogramm N je Hektar zugrunde gelegt oder für den Betrieb wird ein individuell zulässiger Bilanzwert berechnet (§ 6 StoffBilV). In Bayern wird im offiziellen Bilanzprogramm Nährstoffbilanz Bayern der einheitliche Wert von 175 Kilogramm N je Hektar nicht für den Abgleich der Salden herangezogen (LfL, 2020). Da dieser Wert auch bei der Evaluierung der derzeitigen StoffBilV nicht mehr aufgeführt wird, wurde der betriebsindividuell zulässige Bilanzwert, welcher zu einem jährlich fortgeschriebenen zulässigen dreijährigen Bilanzwert nach Anlage 3 StoffBilV zusammengefasst wird, als Bewertungsschema für die Projektbetriebe gewählt.

Laut Anlage 3, Tabelle 1 StoffBilV errechnet sich dieser auf Basis des zulässigen N-Überschusses je Hektar nach Düngeverordnung, addiert mit den gastförmigen N-Stall- und Lagerverlusten der betriebseigenen Wirtschaftsdünger sowie den gastförmigen N-Aufbringverlusten von betriebseigenen und aufgenommenen organischen Düngemitteln sowie den anrechenbaren gastförmigen N-Verlusten bei der Lagerung von Grobfutter oder Weidehaltung. Für die Einhaltung dieses Bilanzwertes wird eine Toleranz von 10 Prozent eingeräumt, die zusammen mit dem Bilanzwert den Kontrollwert für den tatsächlichen Saldo ergibt.

Die Bewertung der Stoffstrombilanz erfolgt auf Basis des Durchschnitts drei aufeinanderfolgender Bilanzjahre. Wenn das mehrjährige Saldo unter dem maximal zulässigen betriebsindividuellen Bilanzwert liegt, gilt die Stoffstrombilanz als eingehalten. Für einen Teil der Projektbetriebe konnte dieser mehrjährige Saldo bereits berechnet werden (Tabelle 1). Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass derzeit 5 von 13 Betrieben (Betrieb 3, 4, 10, 12 und 13) die Vorgaben der aktuellen Stoffstrombilanzverordnung einhalten.

Tabelle 1: Dreijähriger Durchschnitt des betriebsindividuell zulässigen Bilanzwerts zuzüglich 10 Prozent Toleranz im Vergleich zu den tatsächlichen Stickstoffsalden in Kilogramm pro Hektar, vorläufige Ergebnisse für die Wirtschaftsjahre 2017/18 bis 2019/20, n = 13 Betriebe.

		betriebsindividueller Kontrollwert, kg N pro Hektar	tatsächlicher Saldo, kg N pro Hektar
Ferkelerzeugung	Betrieb 1	86	112
	Betrieb 2	93	132
	Betrieb 3	117	116
	Betrieb 4	89	72
	Betrieb 5	109	163
Schweinemast	Betrieb 6	94	125
	Betrieb 7	105	108
	Betrieb 8	115	119
	Betrieb 9	109	118
	Betrieb 10	97	88
	Betrieb 11	95	109
	Betrieb 12	140	133
	Betrieb 13	105	95

Ein grafischer Abgleich der einzelbetrieblichen Ergebnisse zeigt die Differenzen zwischen Kontrollwert (betriebsindividuell zulässiger Bilanzwert + 10 Prozent) und tatsächlichem N-Saldo in Kilogramm pro Hektar (Abbildung 2). Hierbei wird deutlich, dass der Abstand der betrieblichen Salden zum Kontrollwert teils knapp (Betrieb 7, 8), teils deutlich (Betrieb 1, 2 und 5) ausfiel. Betrieb 4 konnte im Projektzeitraum aufgrund hoher Ernteerträge bei Körnermais einen Großteil der Erntemenge verkaufen und weist im Vergleich zu den restlichen Betrieben einen deutlich niedrigeren Tierbesatz auf.

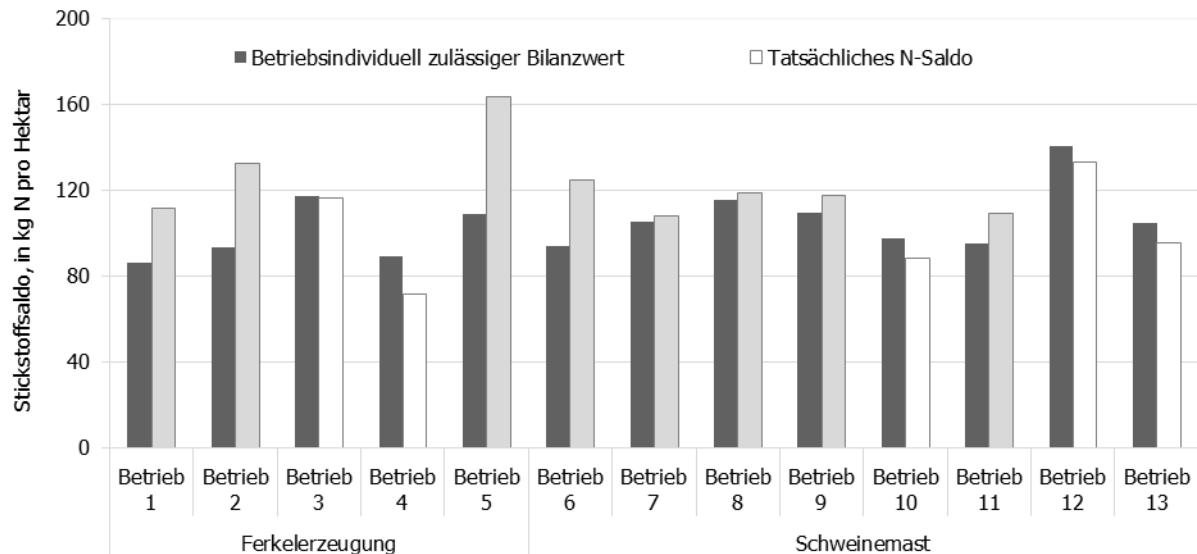


Abbildung 2: Einzelbetriebliche Vergleiche des dreijährigen Durchschnitts des Kontrollwert mit den tatsächlichen Stickstoffsalden in Kilogramm pro Hektar, vorläufige Ergebnisse für die Wirtschaftsjahre 2017/18 bis 2019/20. Weiße Säuen markieren Betriebe, die den Kontrollwert einhalten, die hellgrauen Säulen markieren eine Überschreitung des Kontrollwertes, n = 13 Betriebe.

Die Auswertung der einzelnen Nährstoffpfade bei Zu- und Verkauf auf Gesamtbetriebsebene zeigt jährlich wiederkehrende Schwerpunkte, beispielhaft dargestellt an den N-Frachten in Prozent der Gesamt-N-In- und Output-Mengen (Abbildung 3).



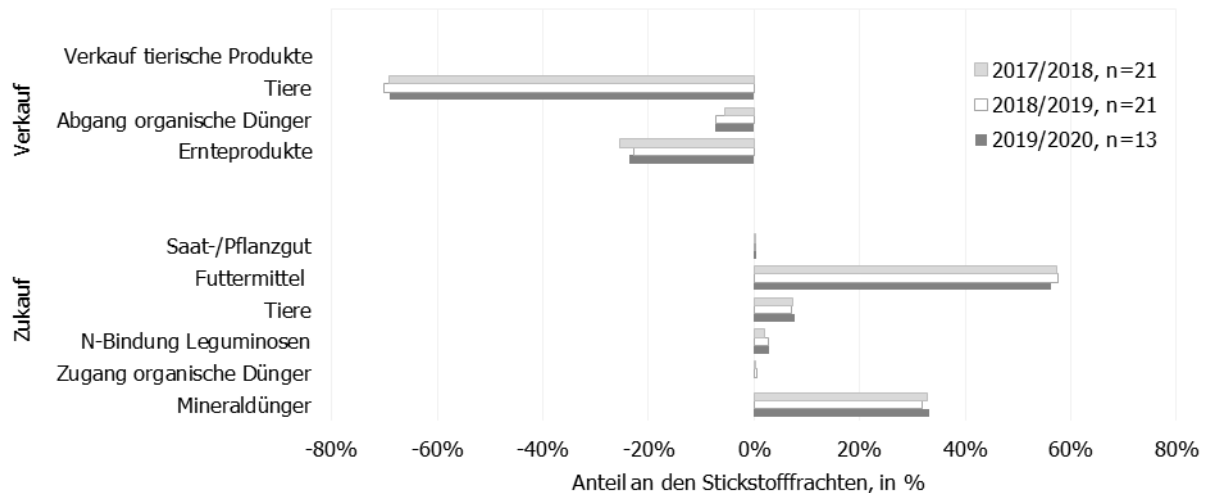


Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der N-Frachten bei Zu- und Verkauf für die Wirtschaftsjahre 2017/18, 2018/19 und 2019/20.

Die Ergebnisse aus zwei abgeschlossenen Wirtschaftsjahren (2017/18 und 2018/19) und die vorläufigen Ergebnisse aus 2019/20 zeigen, dass sich die Bedeutung der Nährstoffpfade in der Schweinemast und Ferkelerzeugung nicht grundlegend voneinander unterscheiden und bei tierintensiven Veredelungsbetrieben der Futtermittelzukauf den größten N-Input darstellt. In allen drei Jahren lag deren Anteil bei durchschnittlich 57 Prozent.

Auf der Output-Seite stellt der Tierversauf, in dem auch die Tierverluste enthalten sind, die größte Position dar. Die Abgabe organischer Wirtschaftsdünger (Gülle, Jauche, Mist) spielt im Projektzeitraum bei allen Projektbetrieben eine untergeordnete Rolle. Der Anteil verkaufter Ernteprodukte kann je nach Tierbesatz, Fruchtfolge und Ernteertrag schwanken, nimmt bei den tierintensiven Projektbetrieben jedoch eine untergeordnete Rolle ein. Die Ergebnisse der P-Pfade folgen denen des N, wobei der Futtermittelzukauf bei diesem Element eine noch größere Rolle spielt, da P-haltige Mineraldünger bei den Projektbetrieben keine Bedeutung haben.

## Erkenntnisse für schweinehaltende Betriebe

Die Ergebnisse aus drei Wirtschaftsjahren ermöglichen es, verschiedenste Einflussfaktoren auf den gesamtbetrieblichen Nährstoffkreislauf schweinehaltender Betriebe zu benennen und Handlungsfelder aufzuzeigen. Um den betriebsindividuellen Nährstoffkreislauf zu optimieren, müssen Pflanzenbau und Tierhaltung auf den Prüfstand und mit Weitsicht aufeinander abgestimmt werden.

### ▪ Einfluss der Fütterung auf den gesamtbetrieblichen Nährstoffkreislauf

Je intensiver der Nährstoffkreislauf eines Betriebs ist, desto größer wird der Hebel durch die Fütterung. Die (sehr) stark N-/P-reduzierten Fütterungsverfahren ermöglichen die Einsparung von Eiweißfuttermitteln und reduzieren den Zukauf von N und P. Änderungen in der Fütterungsstrategie wirken direkt und stellen damit einen schnellen Lösungsansatz zur Reduzierung der Salden dar.

Im März 2020 lag in Bayern der durchschnittliche Rohprotein (XP)-gehalt in der Mast bei 155 g Rohprotein pro Kilogramm Trockenfutter (88% TM) (Schneider et al., 2020). Dies bedeutet,

bayerische Mastschweinehalter sind auf dem richtigen Weg, für einen Großteil der Betriebe muss die (sehr) stark N-/P-reduzierte Fütterung jedoch das Ziel sein.

- **Futtererzeugung besser auf die Tierhaltung abstimmen**

Wird eigenes Futter im Betrieb erzeugt, muss die Ackerbaustrategie auch darauf ausgerichtet werden. Kultur- und Sortenwahl und die darauf abgestimmte Düngung bilden dafür die Grundlage. Selbsterzeugtes Getreide, beispielsweise Winterweizen mit möglichst niedrigen Rohproteingehalten muss das Ziel für eine nährstoffangepasste Fütterung sein. Da hohe Erträge eine hohe Futterlieferung bedeuten und somit einen geringen Futterzukauf, ist der Ackerbau auf möglichst stabile, hohe Erträge auszurichten. Zudem induzieren hohe Erträge hohe Entzüge, womit auch eine erhöhte Wirtschaftsdüngerausbringung ermöglicht wird.

- **Futtergrundlage und Futtermittelauswahl**

Bei den Anforderungen hinsichtlich deklarierter XP-/N- und P-/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Gehalte von Einzelfuttermitteln gehen die benötigten Angaben für die StoffBilV teilweise über die Vorgaben des Futtermittelrechts hinaus. Speziell bei Sojaextraktionsschrot als wichtigster Eiweißkomponente in bayerischen Schweinerationen und somit einer bedeutenden N- und P-Position in den Bilanzen fehlen in vielen Fällen Angaben zum P-Gehalt, da dieser futtermittelrechtlich nicht deklariert werden muss.

Auch die Datenbasis bei der Verfütterung von Nebenprodukten aus der Lebensmittelerzeugung stellt eine große Unbekannte für die Nährstoffbilanzierung dar. Stark schwankende Trockensubstanzgehalte bei Flüssigfuttermitteln (z.B. Molke) oder auch fehlende Deklarationen (z.B. beim Getreidezukauf) führen zu großen Unsicherheiten bei der Bilanzierung und können maßgeblich zu einer Verzerrung des Bilanzergebnisses führen. Grundsätzlich ist die Verfütterung von Nebenprodukten aus Sicht des Kreislaufgedankens sinnvoll, hierzu müssen die teilweise einseitigen Nährstoffgehalte der Nebenprodukte in der Rationsoptimierung zukünftig stärker berücksichtigt werden.

Betriebe mit intensiven Nährstoffkreisläufen müssen zukünftig bei der Auswahl der Futtermittel die darin enthaltenen N- und P-Gehalte noch stärker als bisher berücksichtigen. Futtermittel mit stark schwankenden Inhaltsstoffen, wie z.B. Nebenprodukte aus der Lebensmittelproduktion bürgen für die Bilanz ein großes Risiko, da die zu unterstellenden Trockenmasse- bzw. Nährstoffgehalte deutlich von den tatsächlichen Werten abweichen können und somit N-/P-Frachten in der Bilanz bedingen, die in der Realität nicht vorliegen. Eine solche Futtergrundlage kann zukünftig nur noch dann Teil der Betriebsstrategie sein, wenn die Futtermittel durch Verarbeitungsprozesse stärker standardisiert werden oder der Betrieb über genügend Fläche verfügt, um die erhöhten Salden abzapfieren. Jedoch werden auch flächenstarken Betrieben durch die Reduzierung der erlaubten Salden enge Grenzen gesetzt.

- **Tierische Leistung als Erfolgsfaktor**

Aus Sicht der Nährstoffbilanzierung und Ressourcenschonung ist eine hohe biologische Leistung (verkaufte Ferkel pro Sau und Jahr bzw. tägliche Zunahmen in der Schweinemast) ein wichtiger Erfolgsfaktor, um die eingesetzten Nährstoffe optimal zu nutzen. Auch das Thema Emissionen und Umweltwirkung wird durch hohe biologische Leistungen, beispielsweise beim Ammoniak, positiv beeinflusst.

- **Nährstoff-Output maximieren**

Die einzelbetrieblichen Strategien müssen zukünftig stärker an betrieblichen Gegebenheiten und unter Berücksichtigung ökonomischer Gesichtspunkte abgewogen werden. Eine möglichst nährstoffangepasste Fütterung ist in vielen Fällen das Mittel der Wahl, um den N-Saldo zu

beeinflussen. Jedoch können je nach Futtergrundlage (z.B. die einseitige Verfütterung von Nebenprodukten) oder bei fehlender Flächenausstattung die anfallenden Nährstoffe ackerbaulich nicht optimal genutzt werden. In diesen Fällen ist der Output von Nährstoffen über die Wirtschaftsdüngerabgabe zwingend erforderlich.

#### ▪ Standortangepasste Landnutzungssysteme

Standortangepasste Anbauverfahren und Fruchtfolgen werden in Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen. Die Projektergebnisse zeigen deutlich, welchen Einfluss Dürre-Jahre auf Erträge und somit auf die Futtergrundlage von Betrieben haben. Einkalkuliertes, aber durch Trockenheit fehlendes Getreide muss durch Zukaufware ersetzt werden, was wiederum einen erhöhten N-/P-Input bedeutet und nicht nur ein Bilanzjahr belastet, sondern auch den mehrjährigen Durchschnitt zuweilen stark beeinflussen kann. In den Projektzeitraum fielen sowohl das Dürrejahr 2018, als auch die regional unterdurchschnittlichen Erträge im Jahr 2019. Betriebe in Regionen mit zunehmend auftretenden Ernteausfällen aufgrund von Dürreereignissen müssen zukünftig nach agronomischen Anpassungsstrategien suchen, um die Stabilität ihrer innerbetrieblichen Stoffkreisläufe gewährleisten zu können.

#### ▪ Gewerbliche Tierhaltung

Tierhaltung ohne eigene landwirtschaftliche Nutzfläche wird in der Stoffstrombilanz vergleichbar mit der Stallbilanz bilanziert. Bei flächenloser Tierhaltung führt kein Weg an der N-/P-Reduzierung vorbei, da 10 g mehr oder weniger Rohprotein im Futter eine Veränderung der Ammoniakemissionen von rund 10-11 Prozent zur Folge haben (Sajeev et al., 2017). Die Bilanzen für die gewerblichen Tierhalter tolerieren keine erhöhten gasförmigen Stall-/Lagerverluste.

## Fazit und Ausblick

Die Schweinehaltung steht zukünftig vor einer Vielzahl an Herausforderungen. Steigende Anforderungen an das betriebliche Management sowie eine kritische Wahrnehmung der Tierhaltung in der Öffentlichkeit setzen schweinehaltenden Betrieben zusätzlich zu. Beschränkt man den Blick auf die Herausforderungen, die sich durch die Umwelt- und Düngegesetzgebung ergeben und der Frage, ob die Stoffstrombilanzverordnung zu einer relevanten Einflussgröße in der bayerischen Schweinehaltung wird, ist diese eindeutig mit „Ja“ zu beantworten.

Wie stark dieser Einfluss sein wird, hängt nach Ergebnissen dieses Projektes von verschiedenen Faktoren ab:

### 1 Bewertungskriterien und deren Kontrolle

Mit ihrem Inkrafttreten wurde auch eine Evaluierung der StoffBilV beschlossen, die bereits auf 2020 vorgezogen wurde. Dabei soll geprüft werden, ob die StoffBilV zur Begrenzung der Nährstoffbelastung der Umwelt durch die Landwirtschaft beiträgt, ob sich die Bewertungskriterien in der Praxis bewährt haben, ob es einen Bedarf zur Weiterentwicklung der Bilanz besteht, oder ob alternative Bewertungsmodelle effizienter sind und welche Verbesserungen bei der Ressourceneffizienz erreicht wurden (BMEL, 2020).

Aktuell gesteht der betriebsindividuell zulässige Bilanzwert jedem Betrieb sowohl den Überschuss von 50 Kilogramm N pro Hektar basierend auf dem in der Düngeverordnung enthaltenen Nährstoffvergleich (welcher abgeschafft wurde) sowie die gasförmigen Stall-/Lager- und Aufbringverluste zu. Der aktuelle Kontrollwerte stellt vor allem aufgrund der in der Praxis höheren gasförmigen N-Verluste im Stall und Lager bereits in der vorliegenden Form eine Hürde für viele Betriebe da.

Es wird somit für schweinehaltende Betriebe grundsätzlich relevant, ob und wann die Bilanzierung für alle Betriebe (oberhalb von gewissen Bagatellgrenzen) verpflichtend wird, ob der Kontrollwert verschärft wird und wie hoch die Kontrolldichte sein wird.

## **2 Einzelbetriebliche Standortbedingungen**

Betriebe in Gunstlagen mit hohen Erträgen haben einen Standortvorteil gegenüber Betrieben auf ertragsschwächeren Standorten. Sie können bereits jetzt die geforderten Bilanzsalden leichter einhalten. Betriebsstrategien, die Maisanbau und Schweinemast kombinieren (z.B. in südbayerischen Regionen), besitzen einen Wettbewerbsvorteil gegenüber fränkischen Betrieben mit niedrigeren Erträgen aufgrund fehlender Niederschläge. Die Projektdaten zeigten deutliche Vorteile in den maisbetonten Rationen mit niedrigen Rohproteingehalten und güllebasierten Düngestrategien. Diesen Standortnachteil kann ein Betrieb nur bedingt ausgleichen. Betriebe müssen durch eine differenzierte Strategie für ihren Standort das optimale Produktionsverfahren finden. Hier könnte beispielsweise der Anbau von Roggen eine Möglichkeit sein, rohproteinärmeres Futter zu erzeugen, wenn die Niederschläge für den Weizenanbau begrenzend wirken. Auch die Pflanzenzüchtung ist gefragt, Sorten mit optimiertem Aminosäuremuster und guter Trockenresistenz zu erzeugen.

## **3 Ressourceneffizienz**

In der Tierhaltung ist eine möglichst nährstoffangepasste Fütterung eine wesentliche Voraussetzung, um zukünftig auf die steigenden Anforderungen durch den Gesetzgeber reagieren zu können. Eine nährstoffangepasste Fütterung reduziert nicht nur die Nährstoffzufuhr über Futtermittel auf das notwendige Maß, sie hilft, eine Überversorgung der Tiere mit Nährstoffen zu vermeiden und trägt dabei zur Minimierung der gasförmigen Stall- und Lagerverluste bei. Um die Ressourceneffizienz zu steigern, reicht eine optimierte Fütterung alleine jedoch nicht aus. Auch die biologischen Leistungen und somit die Tiergesundheit tragen dazu bei. Im Betriebsmanagement existiert eine Vielzahl an Stellschrauben, beispielsweise die richtige Tierausswahl, über die Vermeidung von Futterverlusten, dem richtigen Stallklima, dem Tierverkauf (z.B. Mastendgewicht), der passgenauen Vermarktung usw..

Wohin geht die Reise? Die Richtung ist klar, die Geschwindigkeit der Umsetzung wird entscheidend sein. Maßgeblich beeinflusst wird diese durch den angestrebten Umbau der Schweinehaltung und die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Die Anforderungen an die Landwirtschaft werden weiter steigen, die Anforderungen an die Beratung damit ebenfalls. Sie wird anspruchsvoller, muss gesamtbetrieblich und somit interdisziplinärer und auch differenzierter werden.

An der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft wurde aus diesem Grund der Arbeitsschwerpunkt Nährstoffhaushalt gegründet. Die Forschungsergebnisse und der aktuelle Stand des Wissens müssen für einen gesamtbetrieblichen Ansatz in der Beratung zusammengeführt und durch intensiven Wissenstransfer in die Praxis implementiert werden.

## **Literatur**

BMEL (2020): Stoffstrombilanz: Mehr Transparenz über Nährstoffe in landwirtschaftlichen Betrieben. <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/ackerbau/stoffstrombilanz.html>. aufgerufen am 31.08.2020.

Böswirth, T. (2017): Entwicklung und Anwendung eines Modells zur Energie- und Treibhausgasbilanzierung landwirtschaftlicher Biogassysteme. Dissertation, Technische Universität München.

Brunlehner, E.-M., Schneider, S. (2018): „Demonstration farms“ – ein neuer Ansatz des digitalen Wissenstransfers im Schweinebereich. Kongressband 2018, VDLUFA-Schriftenreihe 75, S. 416-423, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Hülsbergen, K.-J.; Diepenbrock, W. (1997): Das Modell REPRO zur Analyse und Bewertung von Stoff- und Energieflüssen in Landwirtschaftsbetrieben. In: DBU (Hrsg.): Umweltverträgliche Pflanzenproduktion – Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbringung in Ökobilanzen. Zeller Verlag Osnabrück, S. 159-183.

Sajeev, E.P.M., Amon, B., Ammon, C., Zollitsch, W., Winiwarter, W. (2017): Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 110, p.161-175.

Schneider, S., Brunlehner, E.-M. (2019a): Nährstoffangepasste Schweinefütterung als Kern eines nachhaltigen Systemansatzes auf Betriebsebene: Rückblick auf die ersten zwei Jahre des Verbundprojektes „demonstration farms“. In: Katrin Harms und Wilhelm Windisch (Hg.): 57. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. Nachhaltige Tierernährung: Erfolgreiche Fütterung, Ökonomie, Biodiversität und Umwelt im Einklang. Tagungsband, Grub/Poing, 10.10.2019. Grub: BAT, S.110-117.

Schneider, S., Brunlehner, E.-M. (2019b): Zwei Jahre Stoffstrombilanz - Ergebnisse und Erfahrungen zur Bilanzierung in bayerischen Praxisbetrieben In: Schweinehaltung - Neue Herausforderungen meistern! Tagungsband, LfL-Jahrestagung 2019 Schweinefachtagung, 27.11.2019 in Ergolding, S. 63-72.

Schneider, S. (2020): Schweinehaltung in Bayern – Status Quo: Zwänge und Handlungsspielräume in der Fütterung. In: Katrin Harms und Wilhelm Windisch (Hg.): 58. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. Empfehlungen umsetzen – Rationsplanung und Rationskontrolle nutzen! Tagungsband, Freising, 15.10.2020. Grub: BAT, S. 24.

Schneider, S., Kraft, J., Brunlehner, E.-M. (2020): Praktische Umsetzung der Nährstoffangepassten Schweinefütterung in Bayern – Eine Bayerische Erfolgsgeschichte. In: Katrin Harms und Wilhelm Windisch (Hg.): 58. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. Empfehlungen umsetzen – Rationsplanung und Rationskontrolle nutzen! Tagungsband, Freising, 15.10.2020. Grub: BAT, S. 76.

StoffBilV (2017): Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb und betriebliche Stoffstrombilanzen (Stoffstrombilanzverordnung) vom 14. Dezember 2017, BGBl. I S. 3942; 2018 I S. 360.

TA Luft - Entwurf (2018): Entwurf zur Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 16.07.2018, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berlin, <https://www.bmu.de/gesetz/entwurf-zur-neufassung-der-ersten-allgemeinen-verwaltungsvorschrift-zum-bundes-immissionsschutzgesetz/> aufgerufen am 14.08.2020.

LfL (2020): Nährstoffbilanz Bayern - Eine Anwendung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), <https://www.stmelf.bayern.de/nbb>, aufgerufen am 09.09.2020.

#### **Autorenanschrift:**

Eva-Maria Brunlehner  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3  
85586 Grub-Poing  
Tel: 49 8161 8640-4657  
E-Mail: [eva-maria.brunlehner@lfl.bayern.de](mailto:eva-maria.brunlehner@lfl.bayern.de)

## Fütterungskonzepte mit Zukunft

### Christian Koch

Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle, 67728 Münchweiler an der Alsenz

### Einleitung

Die Tierernährung hat in der weltweiten Produktion von tierischen Lebensmitteln eine herausragende Bedeutung und einen sehr wichtigen und nachhaltigen Einfluss auf eine ressourcenschonende Produktion. Die anstehenden Herausforderungen einer stetig steigenden Weltbevölkerung und der dadurch bedingte Anstieg an zukünftig benötigten tierischen Lebensmitteln, Verminderung der landwirtschaftlichen Produktionsflächen sowie nicht zuletzt Veränderungen durch einen voranschreitenden Klimawandel, sind enorm. Durch die intensive Forschung in der Tierernährung konnten in den letzten Jahren enorme Fortschritte in Hinblick auf einen ressourcenschonenden Einsatz von Nährstoffen sowie reduzierte Emissionen erzielt werden. Darüber hinaus ist weiterhin die Forschung im Bereich Pflanzenbau gefordert, die zukünftigen klimatischen regionalen Anbaubedingungen abzuschätzen, um Pflanzen zu züchten, die zum einen regional angebaut werden können aber auch ernährungsphysiologische Aspekte aus Sicht der Tierernährung berücksichtigen. Hier sind Dinge wie Ertragssicherheit aber auch die bestmögliche Nutzung und Verwertung der Nährstoffe aus den Futtermitteln für die landwirtschaftlichen Nutztiere zu nennen. Diese genannten Herausforderungen bedingen zwangsläufig auch stetige Anstrengungen in der Forschung zur bestmöglichen Charakterisierung sowie deren Abbau- und Verwertungseigenschaften neuer Pflanzen, deren Inhaltsstoffe oder daraus hergestellte Futtermittel, für den Wiederkäuer aber auch für alle landwirtschaftlichen Nutztiere. Neben den angesprochenen Forschungsaktivitäten, wird zukünftig dem praxisnahen sowie inter- und transdisziplinären Wissenstransfer eine herausragende Bedeutung zukommen, um letztendlich messbare Ergebnisse in der Praxis zu erzielen. Hierzu ist es notwendig, den Wissenstransfer auf allen Ebenen über Aus- und Fortbildung, Schule, Studium sowie in der Beratung durch innovative Fütterungskonzepte zu optimieren.

### Effiziente Verwertung von Nährstoffen

Um eine bestmögliche und möglichst sehr umfangreiche Verwertung der Nährstoffe aus den zur Verfügung stehenden Futtermitteln zu gewährleisten, ist die bestmögliche Kenntnis über die Nährstoffgehalte aller im Betrieb vorhandener Futtermittel wichtig. Dies ist jedoch in sehr vielen Betrieben nicht vollständig vorhanden, was zukünftig in der Ausbildung sowie der Beratung verstärkt betont und optimiert werden muss. Hier besteht weiterhin großer Nachholbedarf, alle Landwirtinnen und Landwirte von der Sinnhaftigkeit regelmäßiger Futtermitteluntersuchungen aller Grob-, Saft- und Kraftfuttermittel zu überzeugen. Nur durch eine genaue Analyse der Futtermittelinhaltsstoffe sowie deren ruminalen Abbaucharakteristika und Verwertung im gesamten Magen-Darm-Trakt ist eine bestmögliche und optimale Rationsberechnung und Rationsplanung möglich. Neben wertgebenden Futtermittelinhaltsstoffen sind die hygienische Beschaffenheit sowie die Silierqualität der Grob- und Saftfuttermittel von herausragender Bedeutung, um Wiederkäuer dauerhaft bedarfs- und wiederkäuergerecht zu ernähren. In diesem Zusammenhang sollten Methoden für eine weitreichendere bzw. bessere Beurteilung der Silagen erforscht werden, um die Kenntnisse z. B. über in Silagen vorhandene, die Futteraufnahme beeinflussende Faktoren oder auch antinutritive Stoffe, besser beurteilen zu können. Neben der reinen Analyse von Futtermittelinhaltsstoffen, können die

Ergebnisse mit Hilfe eines Benchmarkings wichtige Managementmaßnahmen für die zukünftige Produktion von Futterkonserven liefern. Neben den genannten futtermittelspezifischen Faktoren spielen die Versorgungsempfehlungen für den Erhaltungsbedarf sowie in den unterschiedlichen Leistungsstadien eine wichtige Rolle für eine optimierte Rationsberechnung, um die Tiere bedarfsgerecht und wiederkäuergerecht zu versorgen. Diese Versorgungsempfehlungen werden durch Fachgremien, wie dem Ausschuss für Bedarfsnormen er- und regelmäßig überarbeitet und durch die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) veröffentlicht. Für die praktische Umsetzung der Versorgungsempfehlungen ist es sehr wichtig diese Empfehlungen auf allen Ebenen im Bereich der Aus- und Fortbildung, Schule, Studium, Beratung, Wirtschaft sowie im Rahmen eines transdisziplinären Wissenstransfer auch z. B. an Tierärztinnen und Tierärzte weiterzugeben. Dies erfolgt zum einen über Fachhausschüsse wie z. B. dem DLG Arbeitskreis Futter und Fütterung oder durch den Bundesarbeitskreis der Fütterungsreferenten der Länder in der DLG.

Um zukünftig die bestmögliche Verwertung aller Nährstoffe in Futtermitteln zu gewährleisten, müssen die Versorgungsempfehlungen der GfE auch eine praktische Anwendung finden. Hier bestehen immer noch große Herausforderung zum einen über die Kenntnis der Versorgungsempfehlungen sowie der praktischen Anwendung. So haben alle landwirtschaftlichen Nutztiere, hier am Beispiel Wiederkäuer (Milchkühe, Rinder, Mastbullen) einen täglichen Bedarf an bestimmten Nährstoffmengen sowie Mengen- und Spurenelementen. Um diesen Bedarf mit Hilfe von innovativen Fütterungskonzepten bestmöglich decken zu können, ist die tägliche Futteraufnahme der zu fütternden Tiere die wichtigste Größe für eine genaue Rationsberechnung. Sehr häufig ist diese Kenngröße nicht oder nur sehr ungenau in den Betrieben vorhanden, was sehr unverständlich ist, da die Futterkosten einen Großteil der Gesamtproduktionskosten ausmachen. Um dies zukünftig zu verbessern, muss ein größeres Augenmerk auf die Dokumentation der täglichen Futteraufnahmen von allen auf dem Betrieb vorhandenen Tiergruppen gelegt werden. Nur wenn die Futteraufnahme bekannt ist, kann eine optimierte sowie nährstoffangepasste Ration berechnet werden. In diesem Zusammenhang sollte auch jeder Betriebsleiter darüber nachdenken, woher der größte Anteil der Nährstoffe für die Milchkühe kommt? Nehmen Kühe z. B. täglich 23 – 24 kg Trockenmasse (TM) auf, sollten ca. 14 – 15 kg TM aus den Grob- und Saftfuttermitteln stammen und so wenig wie nötig aus Kraftfutter um eine wiederkäuergerechte Ration zu gewährleisten. Dies bedeutet, dass bei sehr guten Grobfutterqualitäten zwischen 50 und 70 % der täglichen TM-Aufnahme sowie ein Großteil der täglichen Nährstoffaufnahme aus Grob- und Saftfuttermitteln stammen sollten. Durch das genannte Beispiel wird der Anteil der Qualität der eingesetzten Grobfuttermittel in der Wiederkäuerernährung, im Rahmen von innovativen Fütterungskonzepten sowie einer gesunden Rationsberechnung verdeutlicht. Dies bedeutet für die Praxis, dass zukünftig die Grobfutterqualitäten dauerhaft und nachhaltig verbessert werden müssen. Nur so können die Tiere auch zukünftig unter Einsparung von Ressourcen (z. B. Reduktion von N und P in der Ration) bedarfsgerecht versorgt werden, worüber es auch möglich sein wird Zukaufsfuttermittel dauerhaft zu reduzieren. Für die Wissenschaft im Bereich der Pflanzenzucht und der Tierernährung sollte der Fokus in den nächsten Jahren auf einer Erhöhung sowie Optimierung der Faser-Verdaulichkeiten (NDFom, ADFom) von Gräsern und Mais liegen. Neben der Zucht müssen zukünftig auch geeignete Analysemethoden entwickelt werden, um die Faserverdaulichkeiten der neuen Genotypen bestimmen zu können. In diesem Zusammenhang wird die Verdaulichkeit von Strukturkohlenhydraten in Gräsern und Mais eine wichtige Funktion erhalten. Nur über diesen Weg ist eine Erhöhung der Verwertung des Grünlandes über Milch und Fleisch unter Reduktion von Emissionen weltweit möglich. Um diese Effekte auch in die Praxis zu transferieren, müssen in Fütterungsversuchen Kenngrößen zur Faserversorgung von Wiederkäuern erforscht und auch in Versorgungsempfehlungen münden, die im Rahmen von innovativen Fütterungskonzepten und Rationsberechnungsprogrammen umgesetzt werden können. In diesem Zusammenhang sollten auch die zukünftige Art der Futterkonservierung, speziell der Grobfuttermittel, diskutiert werden. Neben den eingesetzten Verfahren der Silierung werden aufgrund eines sich veränderten Klimas weitere Konservierungsverfahren, wie z. B. die Trocknung von Grobfuttermitteln mit Hilfe von regenerativen Energien, weiter an Bedeutung gewinnen. Diese neuen Konservierungsverfahren bieten enorme

Potenzielle Futter- und Nährstoffverluste auf den Betrieben nachhaltig zu reduzieren. Zeitgleich müssen diese neuen Futtermittel, vor allem deren Nährstoffgehalte und ruminalen Abbaucharakteristika durch die Tierernährung erforscht, begleitet und für die Praxis nutzbar gemacht werden.

## Innovative Fütterungskonzepte und der Einsatz in der Praxis

Durch politische Rahmenbedingungen und sich verändernde Umweltbedingungen bei zeitgleich steigendem Konsum von tierischen Lebensmitteln weltweit, ist es zwingend notwendig neue und innovative regionale Fütterungskonzepte für Wiederkäuer zu entwickeln. Hierzu zählen unter anderen, der Einsatz von Futtermitteln aus angepassten Konservierungsverfahren zur Reduktion von Verlusten sowie der intelligente Einsatz von Nebenprodukten. So stellt sich die Frage, ob zukünftig das Verfahren der Silierung für die Produktion von Graskonserven das Verfahren der Wahl bleiben wird oder ob andere Verfahren entwickelt werden können, wie z. B. die Konservierung durch Trocknung, um Nährstoffe zu erhalten und diese sehr effizient durch Wiederkäuer in tierisches essbares Eiweiß zu transformieren. Neben optimierten Konservierungsverfahren von Grobfuttermitteln, ist es zukünftig wichtig, auch neue Fütterungsverfahren zu erforschen und zu etablieren. So werden Kälber aktuell in vielen Betrieben mit einer Trocken-TMR versorgt, wo keine Silagen oder hygienisch anfällige Futtermittel verwendet werden. Der Einsatz einer Trocken-TMR ist ohne Probleme auch bei trockenstehenden oder auch laktierenden Kühen möglich. Durch den Einsatz von Futtermitteln mit hohen TM-Gehalten (> 80 %) in der Wiederkäuerfütterung kann auch die Tiergesundheit stabilisiert werden, da z. B. der Einsatz von Silagen und dadurch die Säurefracht reduziert werden kann, wodurch das Risiko von Pansenazidosen reduziert werden kann.

## Zusammenfassung

Durch die Entwicklung von innovativen und intelligenten Fütterungskonzepten sowie Fütterungsverfahren wird es zukünftig möglich sein, den enormen Herausforderungen im Bereich der Wiederkäuerfütterung entgegen zu treten. Um dies zu erreichen, kommt einer besseren und umfangreicheren Beurteilung von Futtermitteln, vor allem der Grobfuttermittel und speziell der Bewertung der Strukturkohlenhydrate, eine fundamental wichtige Aufgabe zu. Nur dadurch wird es zukünftig möglich sein, Nährstoffe effizient und nachhaltig bei gleichzeitiger Reduktion von Emissionen einzusetzen. Diese Innovationen gilt es im Rahmen eines breiten Wissenstransfers in der Aus- und Fortbildung, Schule, Studium und Beratung in die Praxis umzusetzen.

### Autorenanschrift:

Dr. Christian Koch  
Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung  
Hofgut Neumühle  
Neumühle 1  
D-67728 Münchweiler an der Alsenz  
e-mail: c.koch@neumuehle.bv-pfalz.de



## N-/ P-reduzierte Fütterung umsetzen

**Hubert Schuster, Petra Rauch, Jennifer Brandl**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub

### Einleitung

N-/P-reduzierte Fütterung umsetzen heißt, sich am tatsächlichen Bedarf zu orientieren. Dabei geht es nicht um ein Füttern unterhalb der Versorgungsempfehlungen, wie teilweise geäußert, sondern um eine individuelle Optimierung des Einsatzes von Nährstoffen. In der Praxis wird hier häufig immer noch zu stark vorgehalten. Ein Zuviel an Nährstoffen wird aber ungenutzt ausgeschieden. Aus Umwelt- (z.B. Düngeverordnung), aus wirtschaftlichen, aber auch aus tiergesundheitlichen Gründen gilt es genau dies zu vermeiden. Ein Zuviel kann sich genauso negativ auswirken wie ein Zuwenig. Daher ist es wichtig, dass Landwirte und Berater die Rationen dahingehend überprüfen, wo eine Überversorgung mit Stickstoff und/oder Phosphor stattfindet und welche individuellen Möglichkeiten es gibt, diese Überschüsse zu reduzieren. Auch wenn im Rahmen der aktuellen Nährstoffbilanz mit Pauschalwerten gerechnet wird, ist spätestens ab 2023 von allen Betrieben über 20 ha oder über 50 GV eine Stoffstrombilanz zu erstellen, in der die tatsächlichen Stickstoff- und Phosphor-Salden errechnet werden. Deshalb gilt es, die bis dahin verbleibende Zeit zu nutzen und die Fütterung bezüglich des Einsatzes von Nährstoffen zu optimieren. Welche Ansatzpunkte in größerem Umfang schon umgesetzt sind und wo noch Potential besteht, darauf soll nachfolgend eingegangen werden.

### Eiweiß – Phasenfütterung in der Rindermast

Im Verlauf der Fresserfütterung ist es in der Praxis häufig üblich, eine wöchentliche Anpassung der Ration vorzunehmen. Dadurch ist es einfacher, die Eiweißmengen auf den tatsächlichen Bedarf abzustimmen und Überschüsse zu vermeiden. In der Mast ab Fresser ist die Situation eine andere: die Fütterung einer TMR hat sich inzwischen vielfach in der Praxis durchgesetzt und bewährt. Die Tierbestände sind aber in der Regel in einer Größenordnung, wo mit einer Mischung alle Tiere versorgt werden können. Dadurch wird eine an das unterschiedliche Lebensalter angepasste Fütterung schwieriger. Dies wäre aber notwendig, da sich bei einem wachsenden Tier die Körperzusammensetzung und damit die Ansprüche an die Ration ändern. Der Fettanteil im Körper nimmt im Verhältnis zum Muskelanteil im Laufe des Wachstums stärker zu. Bei zunehmendem Körpergewicht steigt zwar der absolute Bedarf an Eiweiß, aber der notwendige Eiweißanteil je Kilogramm Futtertrockenmasse sinkt. Zudem entwickelt sich der Pansen und das Tier nimmt immer größere Futtermengen im Verhältnis zum Zuwachs auf, wodurch die Eiweißkonzentration zusätzlich sinkt. Verwendet man die gesamte Mast hindurch eine Mischung, die auf den mittleren Bedarf ausgerichtet ist, so kommt es zu einer Unterversorgung im Bereich zwischen 200 und 350 kg, während der Bereich ab ca. 600 kg übertroffen ist. In **Tab. 1** sind die Beispielsrationen für einen Bullenmastbetrieb mit 150 Mastplätzen (1400 g durchschnittliche Tageszunahmen) und einer ein- bzw. einer dreiphasigen Fütterung dargestellt. Die Ration orientiert sich an einem Gehalt von 13,5 % Rohprotein pro kg TM. Dies entspricht dem Bedarf in der Vormast.

Tab.1: Vergleich einer 1- und einer 3-phasigen Fütterung in der Bullenmast  
(150 Mastplätze, ab Fresser, ca. 1400 g durchschnittliche Tageszunahmen, 45 ha Ackerfläche)

	1-phasig		3-phasig			
	kg FM/ Tag	dt FM/ Jahr	kg FM/ Tag			dt FM/ Jahr
Gewicht (kg)	220 – 750		220 – 420	420 – 620	620 – 750	
Maissilage	17,0	9.629	13,7	18,4	20,7	9.613
Stroh	0,2	113	0,17	0,22	0,24	115
Gerste/ Körnermais	1,5	850	1,25	1,8	2,2	950
RES/ SES	1,5	850	1,25	1,4	1,45	752
Mineralfutter (22 % Ca, 2 % P)	0,08	45	0,06	0,09	0,1	45
Futterkalk	0,04	23	0,05	0,03	0,01	23

Der Verbrauch an Wintergerste und Körnermais steigt im Vergleich zur 1-phasigen Fütterung etwas an, da die geringeren Mengen an Eiweißfutter auch weniger Energie liefern, was durch höhere Getreidemengen ausgeglichen werden muss. Getreide ist ein wirtschaftseigenes und das im Vergleich kostengünstigere Futtermittel. Das Eiweißkraftfutter ist deutlich teurer und muss zugekauft werden. Durch die stärkere Orientierung am tatsächlichen Bedarf ist hier eine Reduktion möglich, wodurch der Mehrverbrauch an wirtschaftseigenen Getreide mehr als aufgefangen wird.

Eiweißkraftfutter hat den drei- bis vierfachen Stickstoffgehalt des Energiekraftfutters aus Getreide und Körnermais, wodurch auch bei höherem Aufwand an Energiekraftfutter Eiweiß insgesamt eingespart wird. Die jährlichen Stickstoffausscheidungen sinken für den gesamten Bestand um 326 kg bzw. um 7 kg/ha (**Tab. 2**).

Tab.2: Nährstoffausscheidungen bei 1- und 3-phasiger Fütterung pro Jahr  
(150 Mastplätze, ab Fresser, ca. 1400 g durchschnittliche Tageszunahmen, 45 ha Ackerfläche)

Ausscheidungen	Stickstoff		Phosphor		
	1-phasig	3-phasig	1-phasig		3-phasig
			Mineralfutter mit 2 % P	Mineralfutter ohne P	Mineralfutter ohne P
kg/ Bestand und Jahr	6186	5860	1456	1365	1274
kg/ ha	137	130	32,4	30,3	28,3

## Eiweiß - Leistungs- und phasenangepasste Fütterung bei den Milchkühen

Die Strategie der Einsparung von Nährstoffen durch Fütterungsphasen kann auch auf die Milchkühe übertragen werden. Auch hier wird durch Bildung von Fütterungsgruppen - Trockensteher, Vorbereiter, Laktierende - eine bessere Anpassung der Versorgung an den Bedarf erreicht. Im Vergleich der Leistungsphasen von Milchkühen besteht das größte Potential zur Reduzierung des Nährstoffanfalls bei den Laktierenden, zum einen in der Grundration, zum anderen im Leistungskraftfutter. Eine Grundration sollte möglichst ausgeglichen sein (RNB = 0 – 10) und die Ergänzung mit einem ausgeglichenen Leistungskraftfutter (16/3er oder 18/4er) erfolgen. Ist ein Eiweißüberschuss in der Grundration nicht zu vermeiden, wie teilweise bei rein grasbasierten Rationen, so sollte am Transponder ein energiebetontes Leistungskraftfutter oder zwei Kraftfutterkomponenten (Energie- und Eiweißfutter) verwendet werden. In der Hochlaktation wäre ein RNB in der Gesamtration von -10 – 0 das Ziel. Die Zuteilung am Transponder muss natürlich der Milchleistung der Kuh und/oder ihrer Körperkondition angepasst werden. Wenn dies nicht passiert, ist eine Zuteilung nach Laktationstag sinnvoller. Bei einer Totalen Mischration (TMR) wäre die rationsbezogene Aufteilung der Herde in Hoch- und Niederleistende unbedingt notwendig. Auch bei kleineren Beständen wäre dies z.B. über Selektionstore möglich. In einem Beispiel aus der Praxis für Milchkühe (**Tab. 3**) wird zur Verbesserung der N-/P-Bilanz unter Beibehaltung der Grobfuttermengen ein Teil des Getreides und des 39/3er Kraftfutters gegen Rapskuchen und Körnermais ausgetauscht. Körnermais war in dieser Ration aufgrund der hohen Zuckeranteile in der Grassilage erforderlich, um den Gehalt an pansenabbaubaren Kohlenhydraten zu senken. Da die Grundration nun ausgeglichen ist, wird als Leistungskraftfutter eine Hofmischung bestehend aus Weizen, Gerste, Körnermais und einem 23/4er Milchleistungsfutter verwendet. Dadurch, dass in der Trockensteher-Fütterung die verbesserte Ration der Laktierenden mit vier kg Stroh gestreckt wird, enthält die Ration weniger Eiweiß als grassilagereiche Trockensteherrationen.

Tab.3: Verbesserung der Grundration einer Milchviehherde mit ca. 8000 kg Milchleistung hinsichtlich Stickstoff und Phosphor

	Laktierende		Trockensteher	
	Ist	N-/ P-red.	Ist	N-/ P-red.
Futtermittel	Rationszusammensetzung in kg FM/ Tag			
Trogration Laktierende	-		21,00	21,00
Grassilage	20,0	20,0	-	-
Maissilage	16,0	16,0	-	-
Heu / Stroh	0,5 / -	0,5 / -	- / 4,0	- / 4,0
50% Weizen, 50% Gerste	1,6	1,0		-
Körnermais	-	0,9	-	-
Kraftfutter 39/ 3	2,0	0,8		-
Rapskuchen, 8 % Rohfett	-	0,8	-	-
Mineralfutter	0,15 <sup>1)</sup>	0,15 <sup>2)</sup>	0,08 <sup>3)</sup>	0,08 <sup>4)</sup>
Viehsalz	0,02	0,02	-	-

Gehalte im Mineralfutter: <sup>1)</sup>22 % Ca, 2 % P, <sup>2)</sup>22 % Ca, 0 % P, <sup>3)</sup>12 % Ca, 8 % P, <sup>4)</sup>12 % Ca, 0 % P

Durch die beschriebenen Maßnahmen sinkt die Stickstoff-Ausscheidung von 116,0 auf 111,8 kg pro Kuh und Jahr (**Tab.4**, Ausscheidungen kalkuliert mit 8 % Futterrest). Insgesamt ergibt sich allein mit diesen Maßnahmen bei diesem Betrieb mit 50 Kühen und 40 ha LN eine Reduzierungsmöglichkeit von 5,3 kg N pro ha und Jahr.

Tab.4: Vergleich der Nährstoffausscheidungen für einen Betrieb mit 50 Milchkühen und 40 ha LN

Ausscheidungen	Stickstoff		Phosphor	
	Ist	N/ P-red.	Ist	N/ P-red.
kg/ Kuh und Jahr	116,0	111,8	17,7	15,5
kg/ 50 Kühe und Jahr	5800	5589	886	773
kg/ ha	145,0	139,7	22,1	19,3

## „Vorhalten“ von Eiweiß bei Mastrindern und Milchkühen reduzieren

Gründe für das Füttern von Protein über die Versorgungsempfehlung hinaus sind die Befürchtung einer ungenügenden Ausfütterung von hochleistenden Kühen und Mastbullen, verbunden mit einem Rückgang der Milch- oder Mastleistung und die Verfettung von Altmelkern bei Milchkühen. Nachfolgend dazu die häufigsten Ursachen und Reaktionsmöglichkeiten:

**Zu geringe Eiweißbildung im Pansen** – Pansenbakterien liefern den Großteil des von der Kuh benötigten Proteins in der für die Milch notwendigen Aminosäurezusammensetzung, indem sie Eiweiß und Stickstoff mittels Energie in Bakterieneiweiß umwandeln. Dafür müssen N-Verbindungen und Energie in aufeinander abgestimmter Abbaugeschwindigkeit und Menge vorliegen (Synchronisation). Der Milchwurststoff bildet den Gradmesser für die Abstimmung von Energie- und Eiweißversorgung bei der Milchkuh. Als Orientierungswert gelten 15 – 25 mg Wurststoff/100 ml Milch. Liegt der Herdenschnitt bei über 25 mg/100 ml Milch, ist eine Überprüfung und Anpassung der Ration dringend erforderlich. Ausnahmen hiervon bilden Grundrationen mit überwiegend Frischgras. Für eine optimale Pansenfunktion spielt daneben auch der pH-Wert im Pansen eine wichtige Rolle. Dabei ist nicht nur die Höhe, sondern auch das Gleichmaß des pH-Werts von Bedeutung. Die Tiere sollten daher immer etwas zu fressen haben, die Ration sollte gleichmäßig vorgelegt werden und nicht selektiert werden können. Letztlich ist bei hochleistenden Kühen das nXP entscheidend, so dass durch den Einsatz von pansenstabilem Eiweiß (UDP) die Versorgung eher gewährleistet wird und damit auch ein „Vorhalten“ entfällt.

**Unausgewogene Eiweißzusammensetzung** – bei Fütterungsversuchen von Rindern mit Schlempen, Erbsen und Ackerbohnen hat sich in mehreren Versuchen herausgestellt, dass der alleinige Einsatz als Eiweißkomponente verglichen mit Extraktionsschrot immer zu einer Minderleistung führte. Deswegen wird eine Mischung dieser Eiweißfuttermittel mit Raps- oder Sojaextraktionsschrot im Verhältnis 50/50 empfohlen.

**Zu geringe Futteraufnahme** – diese verleitet nicht nur zu einem überhöhten Proteinanteil in der Ration, sondern kann auch zu Ketose führen. Der Grundsatz lautet deswegen „eine Kuh muss fressen“, was durch hohe Futterqualität, eine gleichmäßige Mischung, ein breites Futterband, Nachschieben, täglich frisches Anmischen und ausreichende Wasserversorgung gewährleistet werden kann.

**Fehleinschätzung der Futtermittel durch fehlende Futteruntersuchung** - dies verleitet zu Sicherheitszuschlägen. Eine sinnvolle Rationsplanung und somit Optimierung der eingesetzten

Futtermittel kann aber nur aufgrund einer vorangegangenen Futteruntersuchung inklusive der Mineralstoffe durchgeführt werden.

## Phosphor – Anpassung an Leistungsstadien und Reduktion des Gehalts im Kraftfutter

Die Einsparung an Eiweißkraftfutter hat einen Doppeleffekt: aus ihm stammen um die 30 % des Phosphorgehalts der gesamten Ration. Daher werden durch eine Fütterung nach Leistungsphasen nicht nur die Stickstoff-, sondern auch die Phosphorüberschüsse reduziert. Daneben hat sich zuerst in der Rindermast, dann auch in der Milchviehfütterung die Erkenntnis durchgesetzt, dass in der Ration ein Absenken des Phosphor-Gehalts im Mineralfutter möglich ist, bei Einsatz von Rapsextraktionsschrot auch ein völliger Verzicht. Im Beispiel für die Rindermast sinkt die Phosphorausscheidung durch die Umstellung von 1- auf 3-phasige Fütterung um rund 2 kg/ha (**Tab.2**). Eine weitere Reduktion von 2 kg Phosphor bewirkt das relativ leicht zu bewerkstelligende Weglassen der zwei Prozent Phosphor im Mineralfutter. In der Rinderfütterung besteht häufig noch die Meinung, dass ein bestimmtes Ca:P-Verhältnis in der Ration vorliegen muss. Richtig ist, dass ein bestimmtes Verhältnis im Blut existiert. Das Futter muss aufgrund der verschiedenen Regelmechanismen bei Rindern ausschließlich den Bedarf decken. Das Einhalten eines Ca:P-Verhältnisses ist bei Rindern nicht erforderlich. Bei Trockenstehern wird zudem teilweise immer noch der grundsätzliche Einsatz eines phosphorbetonten Trockensteher-Mineralfutters empfohlen, da es anderenfalls zu Gebärpause und Knochenbrüchen kommen würde. Diese Empfehlung ist jedoch kontraproduktiv, da Phosphor und Kalzium über dieselben Regulationsmechanismen gesteuert werden. Phosphor, der über den Bedarf hinaus gefüttert wird, senkt die Resorption und erhöht die Ausscheidung. Darüber hinaus sollte in der Milchviehfütterung bei Einsatz von Mischkraftfutter stärker auf den unterschiedlichen P-Gehalt geachtet werden. Im Beispiel für die Milchkühe sinkt durch eine Kombination von Leistungsanpassung, Verwendung eines P-freien Mineralfutters und eines P-ärmeren Mischkraftfutters die Phosphor-Ausscheidung von 17,7 auf 15,5 kg pro Kuh und Jahr (**Tab.2**, Ausscheidungen kalkuliert mit 8 % Futterrest).

## Orientierungswerte beachten

Grundsätzlich sollte den Versorgungsempfehlungen für Phosphor und Eiweiß, die auch die Grundlage von Rationsberechnungsprogrammen bilden, in der Fütterung von Mastrindern und Milchkühen mehr Beachtung in der Rindermast geschenkt werden. Darüber hinaus stehen speziell für die Milchviehfütterung folgende Instrumente zur Verfügung:

**Milchharnstoff** - Den Milchharnstoff in der Herde dient nicht nur der Überprüfung der Pansensynchronisation, sondern bildet auch einen Gradmesser für die Effizienz des Rohprotein-Einsatzes.

**Rohprotein pro kg Milch** – Die Mengen in der Praxis streuen noch weit und weisen auf ein großes Potential hin (Schuster, Rauch, 2014). Die Menge an Rohprotein pro kg Milch kann als Kontrollwert seit sechs Jahren dem Rationsberechnungsprogramm Zifo2 entnommen werden, wenn statt der anvisierten Milchleistung in der berechneten Ration die tatsächliche erreichte Milchleistung eingetragen wird. Dabei ist der Erhaltungsbedarf enthalten. In **Tab. 5** ist der mittlere Aufwand an Rohprotein pro kg ECM inkl. Erhaltungsbedarf, unterteilt nach Tagesmilchleistung angegeben, wie er in dem Projekt „Unterstützung der Eiweißberatung in der Rinderfütterung“ bei 94 bayerischen Milchviehbetrieben ermittelt wurde. Diese Werte werden als Orientierungswerte vorgeschlagen.

Tab.5: Mittlerer Eiweißaufwand pro kg Milch inkl. Erhaltungsbedarf

Milch (kg/ Tag)	Eiweißaufwand pro kg Milch
24	131
26	123
28	117
≥ 30	113

**Energie- und Eiweißkorrektur bei Kraftfuttermitteln** – Bei der Betrachtung des Kraftfutteraufwandes pro kg Milch wird bislang nur die Energie betrachtet und auf 6,7 MJ NEL pro kg ECM standardisiert. Dies führt zu einer Überbewertung bei Betrieben, die überwiegend eiweißbetontes Ausgleichs-Kraftfutter einsetzen. Betriebe mit überwiegendem Einsatz von energiebetontem Kraftfutter schneiden hier schlechter ab. Um die Optimierung des Eiweiß-Einsatzes und damit auch die N-Reduzierung stärker zu forcieren, wäre hier die Erweiterung der Kraftfutterformel um die Komponente „Eiweiß“ dringend erforderlich. Ein entsprechender Vorschlag zur Standardisierung auf 6,7 MJ NEL und 170 g Rohprotein („EIII/P17“) liegt derzeit zur Diskussion bei der mit dem BZA befassten DLG-Gremium. Dabei würde sich der Aufwand von energiebetontem Kraftfutter rechnerisch erniedrigen, der von eiweißbetontem Kraftfutter erhöhen.

## Zusammenfassung

Der Schlüssel zur Reduzierung von Stickstoff- und Phosphorüberschüssen liegt in der Anpassung der Ration an die sich verschiebenden Nährstoffansprüche der Tiere während des Wachstums bzw. in den verschiedenen Leistungsphasen. In der Rindermast bedeutet dies Phasenfütterung. Beim Milchvieh sollte eine ausgeglichene RNB das Ziel bilden. Bei Fütterung einer Totalmischration sollte zumindest eine Hoch- und eine Niederleistungsgruppe gebildet werden. Voraussetzung für eine N-/P-optimierte Fütterung bildet immer eine vorausgegangene Rationsberechnung auf der Grundlage der Versorgungsempfehlungen. Die regelmäßige Untersuchung der Hauptfutterkomponenten ist dabei eine wichtige Voraussetzung. In der Rationskontrolle bilden Milchharnstoff und der Eiweißaufwand pro kg Milch verfügbare Kontrollkriterien. Um die N-/P-Reduzierung auch in der Betriebszweigauswertung stärker zu verankern sollte beim Kraftfutteraufwand die Berechnung nicht auf die Energie beschränkt bleiben, sondern auch das Eiweiß miteinbeziehen.

## Literatur

Schuster, H., Rauch, P. 2014: N-Effizienz in der Rinderfütterung. Tagungsband 52.Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung, S.41 - 47

### Autorenanschrift:

Dr. Hubert Schuster, Petra Rauch, Jennifer Brandl  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Prof.-Dürrwachter-Platz 3  
D-85586 Poing/Grub  
e-mail: Hubert.Schuster@lfl.bayern.de

## Futterselektion vermeiden- aktuelle Ergebnisse

**Jana Denißen<sup>1</sup>, Silke Beintmann<sup>2</sup>, Elena Scherber<sup>2</sup>, Katrin John<sup>3</sup>, Sebastian Hoppe<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Ostinghausen – Haus Düsse, 59505 Bad Sassendorf

<sup>2</sup> Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick, Elsenpaß 5, 47533 Kleve

<sup>3</sup> Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften, Endenicher Allee 15, 53115 Bonn

### Einleitung

Hochleistende Milchkühe werden in der landwirtschaftlichen Praxis zu großen Teilen mit Gesamtmischrationen (TMR) gefüttert. Diese sollen so konzipiert sein, dass die Kühe jederzeit mit den optimalen Anteilen an energiereichen und strukturwirksamen Rationskomponenten versorgt sind. Kühe sind jedoch in der Lage durch Kopf- und Maubewegungen vorgelegte Rationen zu entmischen und selektiv vermehrt feine Futterpartikel zu fressen. Daraus kann sich abweichend von der Rationskalkulation eine forcierte Aufnahme an leicht verdaulichen Kohlenhydraten und eine geringere Aufnahme an Faserkomponenten ergeben. Dies kann in der Folge zu einem Abfall des Pansen-pH-Wertes führen und das Risiko für die Entwicklung einer subakuten Pansenazidose erhöhen (DeVries et al., 2008).

In der Literatur werden unterschiedliche Aspekte beschrieben, die das Selektionsverhalten der Kühe beeinflussen. So beobachteten Greter et al. (2008), dass mit einer Erhöhung des Strohanteils in der Ration die Selektion zugunsten feiner und gegen grobe Partikel zunimmt. DeVries et al. (2007, 2008) stellten hingegen fest, dass bei höheren Silageanteilen in der Ration ( $\geq 60$  % der TM) im Vergleich zu Rationen mit geringeren Silageanteilen ( $\leq 50$  % der TM) das Selektionsverhalten gegen grobe Partikel abnimmt. Diese unterschiedlichen Ergebnisse können mit der Art, der Partikelgröße und dem TM-Gehalt der einzelnen Komponenten erklärt werden. Es ist vielfach beschrieben, dass eine Verringerung der Partikelgröße der eingesetzten Silagen, die Selektion gegen grobe und für feine Partikel verringert (Kononoff und Heinrichs (2003), Leonardi et al. (2005b), Zebeli et al. (2008)). Zudem beeinflusst der TM-Gehalt der gesamten Ration das Selektionsverhalten der Kühe. Wasserzugabe zu einer trockenen TMR wurde von Shaver (2002) als eine Möglichkeit beschrieben das Selektionsverhalten von Kühen beim Fressen zu reduzieren. Leonardi et al. (2005) kamen zu dem Ergebnis, dass eine Absenkung des TM-Gehaltes durch Wasserzugabe von 81 auf 64 % zu einer Reduzierung des Selektionsverhaltens führte. Andere Studien zeigten hingegen eine Verstärkung der selektiven Futteraufnahme infolge der Wasserzugabe (Miller-Cushon und DeVries (2009), Felton und DeVries (2010)). Diese Autoren verglichen Rationen mit TM-Gehalten zwischen 44 und 58 % TM. Die DLG empfiehlt, den TM-Gehalt in einer TMR zwischen 40 und 50 % einzustellen (DLG, 2001).

## Material und Methoden

Im Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Kleve, wurden Fütterungsversuche durchgeführt, bei denen die Partikelgrößenverteilung der vorgelegten Rationen im Tagesverlauf überprüft wurde. Dies erfolgte mit Hilfe des Penn-State-Particle-Separator (PSPS) mit zwei Sieben (8 mm und 19 mm Sieblochweite). Es wurden zu fünf Zeitpunkten im Tagesverlauf (bei Futtervorlage (FV), 5 h nach FV, 10 h nach FV, 15 h nach FV und 24 h nach FV (Futterreste)) aus jeweils drei definierten Wiegetrögen aus jeder Futtergruppe Proben entnommen und auf die Partikelgrößenverteilung untersucht. Bei der Futtervorlage wurde ein Futterrest von 10 % der vorgelegten Menge angestrebt. In den Fütterungsversuchen wurden außerdem die Futteraufnahme und die Milchleistungsmerkmale der Kühe erfasst.

In einem ersten Fütterungsversuch sollte der Effekt des TM-Gehaltes der TMR geprüft werden. Der Versuch war im Cross-Over-Design angelegt, und es wurden jeweils 24 Kühe mit einer Kontrollration (Kontrolle) und einer Ration zuzüglich Wasserzugabe (Nass TMR) gefüttert. Die Kontrollration wurde für 48 Kühe aus den Komponenten Maissilage, Grassilage, Luzerneheu, Rapsextraktionsschrot, Milchleistungsfutter, Mineralfutter, Futterkalk und Viehsalz gemischt und anschließend den 24 Kühen der Kontrollgruppe vorgelegt. Vor der Fütterung der Versuchsgruppe wurden der Mischung 12,5 kg Wasser je Kuh und Tag hinzugefügt.

In einem zweiten Fütterungsversuch sollte der Effekt des Ernteverfahrens für die Erzeugung von Grassilagen auf das Selektionsverhalten überprüft werden. Das Gras wurde im Frühjahr 2019 zum ersten Schnitt mit drei parallel arbeitenden Ernteverfahren geerntet und in unterschiedlichen Mieten einsiliert. Zum Einsatz kam ein Feldhäcksler mit Messertrommel mit halbem Messersatz. Die theoretische Häcksellänge (tHL) lag bei 17 bis 19 mm. Parallel dazu wurden zwei Ladewagen mit Standardmessersatz eingesetzt, die eine tHL von 37 mm realisierten. Als drittes Ernteverfahren kam eine Press-Wickel-Kombination zum Einsatz. Diese war mit 26 Messern ausgestattet und erzielte eine tHL von 45 mm. In dem Fütterungsversuch wurden die drei Ernteverfahren in drei Versuchsgruppen mit jeweils 24 Kühen geprüft. Die Rationen unterschieden sich lediglich hinsichtlich der eingesetzten Grassilagen. Sie setzten sich aus Grassilage (46 % der TM), Maissilage (19 % der TM), Luzerneheu (4 % der TM), MLF (31 % der TM) und Wasser (6 kg/Tier und Tag) zusammen, so dass sich rechnerisch ein TM-Gehalt von 36,6 % ergab.

Alle Rationen entsprachen hinsichtlich der Energie- und Nährstoffversorgung den Empfehlungen der DLG (2001). Die TMR wurde einmal täglich mit einem selbstfahrenden Futtermischwagen gemischt. Die statistische Auswertung erfolgte mit der Software SAS Statistics mit der Prozedur MIXED.

## Ergebnisse

### Effekt der Wasserzugabe auf das Fressverhalten

Die Partikelgrößenverteilung der beiden Rationen im Tagesverlauf ist in Abbildung 1 dargestellt. In der Kontroll-TMR nahm der Anteil grober Futterpartikel (> 19 mm) im Tagesverlauf zu, der Anteil feiner Partikel (< 8 mm) nahm ab. Es lag also selektives Fressverhalten vor. Die Zugabe von Wasser in die TMR verhinderte die selektive Futteraufnahme weitestgehend. Die Anteile auf dem Obersieb (> 19 mm) und dem Mittelsieb (8-19 mm) blieben im Tagesverlauf konstant und die Anteile < 8 mm verringerten sich erst in dem Zeitraum zwischen 15 und 24 h nach FV.



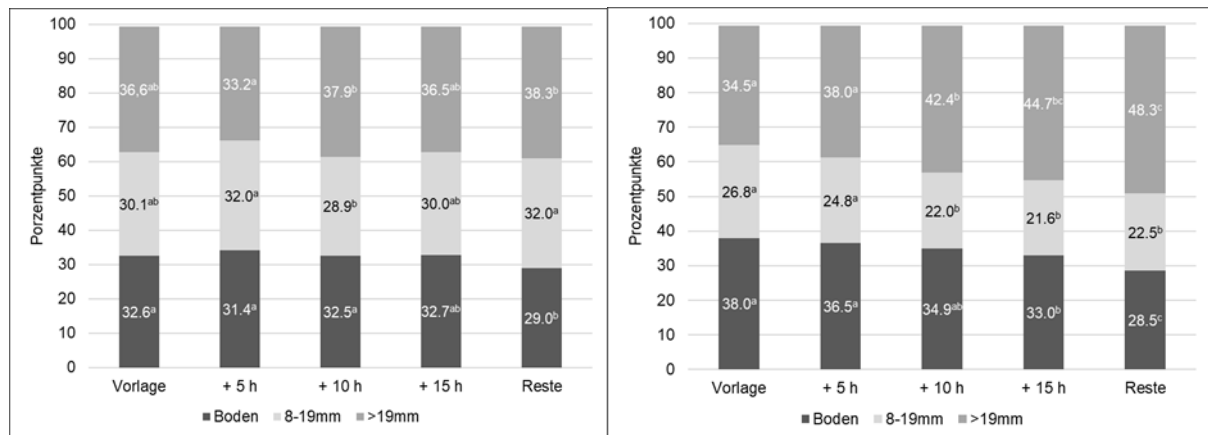


Abb. 1: Partikelgrößenverteilung der Nass-TMR (links) mit 37,7 % TM und der Kontroll-TMR (rechts) mit 46,4 % TM im Tagesverlauf in Versuch I, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede mit  $p \leq 0,05$

In einem weiteren Fütterungsversuch mit gleichem Versuchsaufbau bestätigen sich die Ergebnisse aus diesem Versuch (Denißen, 2020). Die Zugabe von Wasser verhinderte eine Verschiebung der Partikelanteile im Tagesverlauf auf dem Ober- und Mittelsieb. Auf dem Boden kam es in dem Zeitintervall von 10 h bis 24 h nach der FV zu einer Verringerung der Partikelanteile von 3 Prozentpunkten ( $p = 0,0001$ ).

### Effekt des Ernteverfahrens von Grassilage auf das Fressverhalten

In Abbildung 2 ist die Partikelgrößenverteilung der TMR zum Zeitpunkt der FV in Abhängigkeit der eingesetzten Erntetechnik bei der Grasernte dargestellt. Aufgrund der unterschiedlichen Partikelgrößen der Grassilage ergeben sich signifikante Unterschiede hinsichtlich der Anteile auf dem Ober- und Mittelsieb zwischen den Rationen.

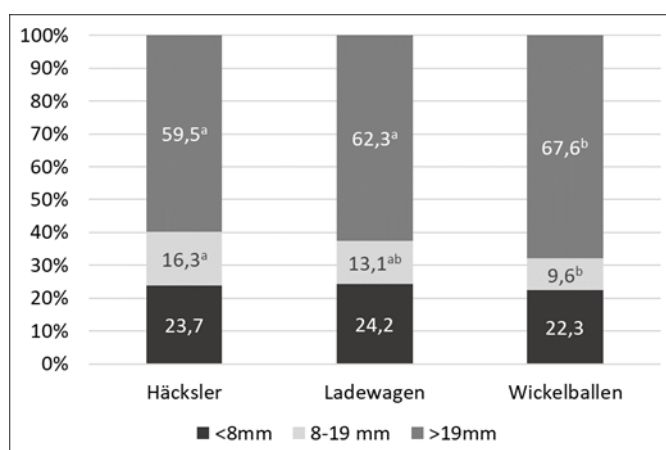


Abb. 2: Partikelgrößenverteilung der Gesamtmischrationen zum Zeitpunkt der Futtervorlage in Abhängigkeit der eingesetzten Erntetechnik bei der Grasernte

In den Abbildungen 3 bis 5 sind die Partikelgrößenverteilungen im Tagesverlauf von TMR mit Grassilage aus unterschiedlichen Ernteverfahren dargestellt. Bei der Ration mit der Grassilage, welche mit einem Feldhäcksler geerntet wurde (tHL: 17-19 mm), zeigen sich nur minimale Veränderungen der Partikelgrößenverteilung im Tagesverlauf (Abb. 3). Es bestehen lediglich signifikante Unterschiede bei den Anteilen < 8 mm zwischen der frisch vorgelegten Ration und den Futterresten ( $p < 0,0001$ ).

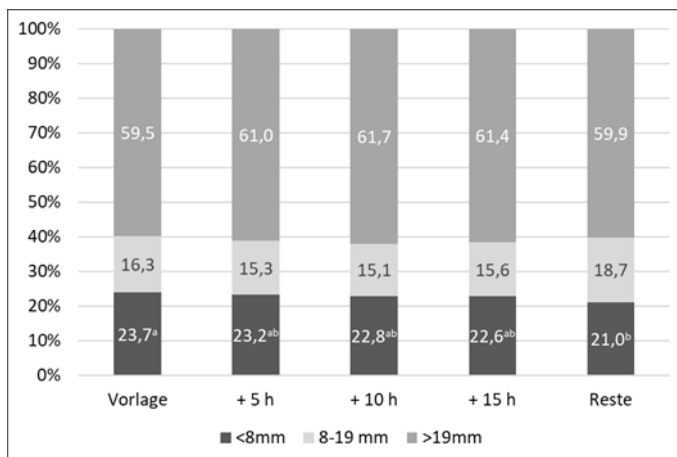


Abb. 3: Partikelgrößenverteilung der TMR im Tagesverlauf mit Grassilage aus dem Ernteverfahren Feldhäcksler (tHL 17 mm)

In der Fütterungsgruppe, in der die Grassilage eingesetzt wurde, welche mit dem Ladewagen eingefahren wurde (tHL: 37 mm), zeigen sich erst in dem Zeitraum zwischen 15 und 24 h nach FV signifikante Unterschiede (Abb. 4). Die Anteile auf dem Mittelsieb (8 – 19 mm) erhöhten sich um 5,1 Prozentpunkte ( $p < 0,0001$ ). Die Anteile auf dem Boden verringerten sich hingegen ( $p = 0,009$ ). Die Mengen an groben Anteilen (> 19mm) veränderten sich nicht.

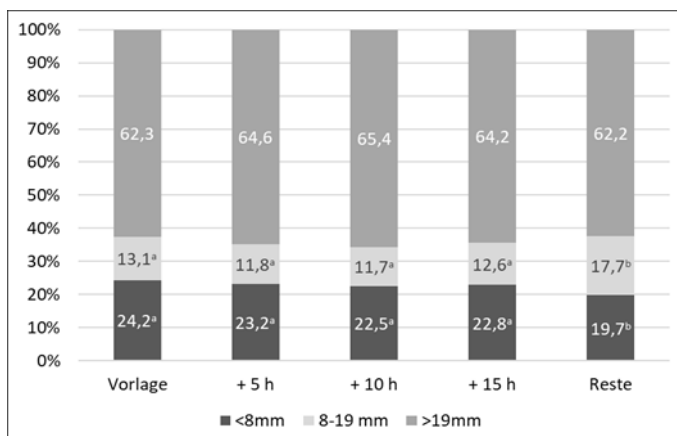


Abb.4: Partikelgrößenverteilung der TMR im Tagesverlauf mit Grassilage aus dem Ernteverfahren Ladewagen (tHL 37 mm)

In Abb. 5 ist die Partikelgrößenverteilung der Ration dargestellt, die die Grassilage aus Wickelballen enthielt (tHL: 45 mm). Die erhöhte Partikelgröße dieser Grassilage war bereits bei der Futtervorlage anhand der Verteilung auf den Sieben erkennbar (Abb. 1). Die Anteile an groben Partikeln nahmen im Tagesverlauf ab. 24 h nach Futtervorlage befanden sich etwa 9 % weniger Anteile auf dem Obersieb, als zum Zeitpunkt der FV ( $P < 0,0001$ ). Entgegen anderer Versuche vermindert sich hier der Anteil der groben Partikel mit zunehmendem Abstand zur FV. Im Zeitraum von 15 bis 24 h nach Futtervorlage erhöhten sich die Anteile auf dem Mittelsieb (8 bis 19 mm) um 8,2 Prozentpunkte ( $p < 0,0001$ ). Ebenfalls in diesem Zeitraum kam es zu einer Verringerung der Anteile an feinen Partikeln ( $<8$  mm) um 3,2 Prozentpunkte ( $p = 0,0009$ )

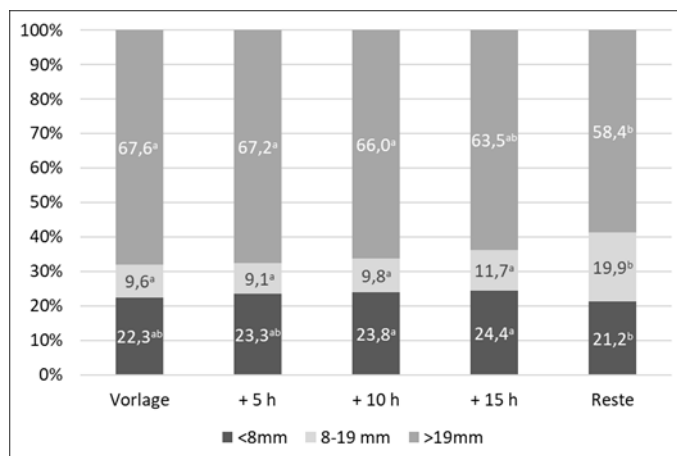


Abb.5: Partikelgrößenverteilung der TMR im Tagesverlauf mit Grassilage aus dem Ernteverfahren Press-Wickelballen-Kombination (tHL 37 mm)

### Effekte auf Futteraufnahme und Milchleistungsmerkmale

In den Versuchen zur Wasserzugabe steigerte diese die TM-Aufnahme und somit auch die Energie- und Nährstoffaufnahme (Tabelle 1). Die Tränkwasseraufnahme verringerte sich in Folge der Wasserzugabe in die TMR um nahezu die gleiche Menge, die zum Anfeuchten des Futters in den Futtermischwagen gegeben worden war. Die Wasserzugabe in die TMR steigerte die tägliche Milchmenge im ersten Versuch um 0,6 kg/Kuh und Tag und im zweiten Versuch um 0,5 kg/Kuh und Tag. Gesteigerte Milchfett- und Milcheiweißmengen im zweiten Versuch führten ebenfalls zu einer Steigerung der ECM-Menge um 0,7 kg/Kuh und Tag in Folge der Wasserzugabe.

Tabelle 1: Einfluss des Trockenmassegehaltes der TMR auf die Futter-, Energie- und Tränkwasseraufnahme sowie die Milchleistung und –inhaltsstoffe in Versuch I und Versuch II (LS-Means)

	Einheit	Versuch I				Versuch II			
		Kon- trolle	Nass- TMR	SE	p-Wert	Kon- trolle	Nass- TMR	SE	p-Wert
TM-Aufnahme	kg/Tag	24,5	25,8	0,11	0,0001	21,6	22,2	0,13	0,0001
Energie	MJ NEL/Tag	170	180	0,77	0,0001	152	156	0,90	0,0001
TW-Aufnahme	kg/Tag	85,1	72,4	0,52	0,0001	98,8	83,8	0,63	0,0001
Milchmenge	kg/Tag	35,8	36,4	0,102	0,0001	38,3	38,8	0,125	0,0001
Fettgehalt	%	3,89	3,88	0,026	0,6999	3,63	3,67	0,026	0,0803
Eiweißgehalt	%	3,49	3,5	0,013	0,734	3,14	3,15	0,008	0,073
ECM	kg/Tag	35,3	35,7	0,279	0,1916	37,5	38,2	0,327	0,0224

TMR: Totale Mischration; TM: Trockenmasse; NEL: Netto-Energie-Laktation; TW: Tränkwasser;

SE: Standardfehler; Versuch I: Kontroll TMR: 46,4 % TM und Nass TMR: 37,3 % TM;

Versuch II: Kontroll-TMR: 41,8 % TM und Nass-TMR: 33,9 % TM

Das eingesetzte Ernteverfahren bei der Grasernte hatte keinen Einfluss auf die Futter- und Energieaufnahme sowie auf die Milchleistungsmerkmale der Kühe (Tabelle 2).

Tabelle 2: Einfluss des Ernteverfahrens bei der Grassilagernte auf die Futter- und Energieaufnahme sowie die Milchmenge und -inhaltsstoffe

	Einheit	Wickelballen		Ladewagen		Häcksler	
		LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
TM-Aufnahme	kg/Tag	22,0	0,34	21,9	0,40	21,9	0,34
Energie	MJ NEL/Tag	153	2,41	155	2,80	155	2,41
Milchmenge	kg/Tag	34,8	0,93	35,3	1,08	33,4	0,93
Fettgehalt	%	3,97	0,08	3,97	0,08	3,99	0,08
Eiweißgehalt	%	3,37	0,05	3,33	0,05	3,42	0,05
ECM	kg/Tag	35,0	0,80	35,0	0,93	34,0	0,80

ECM: Energiekorrigierte Milchleistung; SE: Standardfehler; TM: Trockenmasse

## Diskussion

Es konnte in den Versuchen zur Wasserzugabe eine verstärkte Selektion der Kühe nach feinen Partikeln bei höherem TM-Gehalt festgestellt werden. Schon 10 h nach der FV wurde eine veränderte Partikelgrößenverteilung in den Trögen ermittelt. Bei der trockenen Ration nahm der Anteil an groben Partikeln (> 19 mm) im Tagesverlauf um rund 14 Prozentpunkte zu und der Anteil an feinen Partikeln (< 8 mm) um rund 10 Prozentpunkte ab, so dass sich der Nährwert der Ration im Tagesverlauf deutlich veränderte. Bei der angefeuchteten Ration war erst bei den Resten eine Verschiebung der Partikelgrößenverteilung feststellbar, so dass es im Tagesverlauf bis zu 15 h nach der FV zu keiner nennenswerten Verschiebung der Anteile kam. Den Kühen stand somit nahezu über den ganzen Tag eine konstante Rationszusammensetzung zur Verfügung. Mit diesen Befunden bestätigen sich die Ergebnisse von Leonardi et al. (2005), wonach das selektive Fressverhalten der Kühe mit der Wasserzugabe zurückgeht.

In beiden Versuchen zur Wasserzugabe beeinflusste die Wasserzugabe die TM-Aufnahme positiv. In Versuch I nahmen die Kühe in Folge der Wasserzugabe 1,3 kg TM pro Tag mehr auf ( $p \leq 0,0001$ ), in Versuch II lag die Differenz nach der Wasserzugabe bei 0,6 kg/TM/Tag ( $p \leq 0,0001$ ). Der Effekt, dass die TM-Aufnahme bei den feuchteren Rationen höher ist als bei den trockenen, ist bei Milchkühen bisher noch nicht beschrieben worden. Als Ursache für den bisher häufig beschriebenen Rückgang der TM-Aufnahme nach Wasserzugabe nannten die Autoren unter anderem den Rückgang der Schmackhaftigkeit der angefeuchteten, silierten Futtermittel. Felton und DeVries (2010) stellten höhere Temperaturen des feuchten Futters im Trog fest und schlossen hieraus auf einen schnelleren Verderb des Futters und daraus folgend auf eine negative Beeinflussung der TM-Aufnahme. Trotz hoher Anteile an silierten Futtermitteln und hoher Außentemperaturen konnte dieser Einfluss in der vorliegenden Studie nicht beobachtet werden.

In den Versuchen zur Wasserzugabe war die tägliche Milchleistung bei den Kühen erhöht, die die angefeuchtete TMR erhielten. Ursache war die höhere Energie- und Nährstoffaufnahme der Kühe, die mit der feuchteren Ration gefüttert wurden. Im zweiten Versuch spiegelten sich die höhere Energie- und Nährstoffaufnahme in höheren Fett- und Eiweißmengen sowie in einer Erhöhung der ECM-Menge um 0,7 kg/Tag ( $p = 0,0224$ ) wider.

Der Effekt des Ernteverfahrens und somit der Partikelgröße der Grassilage auf das Fressverhalten ist als deutlich geringer zu beurteilen, als der Gesamt-TM-Gehalt der Ration. Bei allen Varianten kam es erst in dem Zeitraum von 15 bis 24 h nach FV zu einer signifikanten Veränderung der Rationszusammensetzung. Somit stand den Kühen in allen Versuchsvarianten bis mindestens 15 h nach der FV eine konstante Rationszusammensetzung zur Verfügung. Diesen Rationen wurden je Kuh und Tag 6 kg Wasser beigemischt, so dass der oben beschriebene Effekt der Wasserzugabe den Effekt der Partikelgröße überlagern könnte. In diesem Versuch ergaben sich zwischen den Fütterungsgruppen keine Unterschiede hinsichtlich der Futteraufnahme und der Milchleistung.

## Fazit

Die ermittelten Ergebnisse zeigen deutlich, dass Gesamtmischrationen mit einem TM-Gehalt größer 42 % selektiv gefressen wurden und es somit im Tagesverlauf zu einer Veränderung der Rationszusammensetzung kam. Unterschiede in der Partikelgröße von Grassilage aufgrund unterschiedlicher Ernteverfahren bei gleichzeitiger Wasserzugabe hatten nur einen geringfügigen Effekt auf das Fressverhalten der Kühe.

In den Versuchen zur Wasserzugabe kam es in Folge der Wasserzugabe zu einer Erhöhung der Futteraufnahme und teilweise zu einer Erhöhung der ECM-Leistung. Die Empfehlungen der DLG (2001) sind hinsichtlich des optimalen TM-Gehaltes und der Partikelgrößenverteilung von TMR für Milchkühe anzupassen

## Literatur

DLG (2001): Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen. DLG-Information 1/2001 des DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung, DLG Verlag, Frankfurt a.M.

Denißen, J. (2020): Fütterungsstrategien zur Optimierung der Energie- und Nährstoffversorgung laktierender Milchkühe. Dissertation. VVB Lauferweiler Verlag, Gießen.

- DeVries, T. J., K. A. Beauchemin, und M. A. G. von Keyserlingk (2007): Dietary forage concentration affects the feed sorting behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 5572–5579.
- DeVries, T. J., F. Dohme und K. A. Beauchemin (2008): Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: Feed sorting. *J. Dairy Sci.* 91, 3958–3967.
- Felton, C. A. und T. J. DeVries (2010): Effect of water addition to a total mixed ration on feed temperature, feed intake, sorting behavior, and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93, 2651–2660.
- Greter, A. M., T. J. DeVries, und M. A. G. von Keyserlingk (2008): Nutrient intake and feeding behavior of growing dairy heifers: Effects of dietary dilution. *J. Dairy Sci.* 91, 2786–2795.
- Kononoff, P. J., und A. J. Heinrichs (2003): The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 86, 2438–2451.
- Leonardi, C., F. Giannico und L. E. Armentano (2005): Effect of Water on Selective Consumption (Sorting) of Dry Diets by Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 88, 1043–1049.
- Leonardi, C., K. J. Shinnars, und L. E. Armentano (2005b): Effects of different dietary geometric mean particle length and particle size distribution of oat silage on feeding behavior and productivity performance of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 88, 698–710.
- Miller-Cushon, E. K. und T. J. DeVries (2009): Effect of dietary dry matter concentration on the sorting behavior of lactating dairy cows fed a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 92, 3292–3298.
- Shaver, R. D. (2002): Rumen acidosis in dairy cattle: Bunk management considerations. *Adv. Dairy Technol.* 14, 241–249.
- Zebeli, Q., M. Tafaj, B. Junck, V. Olschlager, B. Ametaj, und W. Drochner (2008): Evaluation of the response of ruminal fermentation and activities of nonstarch polysaccharide-degrading enzymes to particle length of corn silage in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91, 2388–2398.

**Autorenanschrift:**

Dr. Jana Denißen  
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen  
Fachbereich 71 Tierhaltung & Tierzuchtrecht  
Ostinghausen – Haus Düsse  
59505 Bad Sassendorf  
email: jana.denissen@lwk.nrw.de

# Milchkontrolldaten zur Fütterungs- und Gesundheitskontrolle bei Milchkühen

**Julia Glatz-Hoppe und Bernd Losand**

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern,  
Institut für Tierproduktion, Dummerstorf Landwirtschaftskammer Nordrhein-  
Westfalen, Bad Sassendorf

## Einleitung

Daten der Milchkontrolle (MLP) werden seit über 100 Jahren erhoben und zur Bewertung von Gesundheit und Leistung von Milchkühen verwendet (DLQ, 2019). Sie stellen ein standardisiertes und relativ kostengünstiges Hilfsmittel zur Unterstützung der Herdenbewirtschaftung dar und werden vorrangig in eigenem Interesse von vielen Betrieben nicht nur in Europa genutzt. Anhand von Milchmenge und Milchinhaltsstoffen können retrospektiv Schlüsse auf die Versorgungssituation mit Futterenergie sowie Futterrohprotein und auf die Stoffwechsellaage gezogen werden (Piatkowski et al., 1981; Grieve et al., 1986; Kirchgeßner et al., 1986; Heuer et al., 1999, 2000). Breite Verwendung zur Beurteilung der Fütterungssituation findet eine auf Empfehlungen von Spohr und Wiesner (1991) basierende 9-Felder-Tafel. In dieser werden Milchharnstoff- und Milcheiweißeinzelstierdaten einer Milchkontrolle in einem Punktdiagramm dargestellt und anhand fester Wertebereiche eingeteilt. Bei Milchharnstoff auf der X-Achse sind dies 150 mg/L und 300 mg/L in Anlehnung an Kirchgeßner et al. (1986), bei Milcheiweiß auf der Y-Achse 3,20 % und 3,80 %, wobei der Bereich für Milcheiweiß je nach Landeskontrollverband variiert. Demnach werden Kühe, deren Milchharnstoffwerte im Bereich von 150 mg/L bis 300 mg/L und deren Milcheiweißgehalte zwischen 3,20 % und 3,80 % liegen, als ausgeglichen versorgt angesehen. Abgeleitet wurden diese Wertebereiche aus Arbeiten mit Tierdaten aus den 80er Jahren. In den letzten drei Dekaden haben sich jedoch Haltungs- und Fütterungskonzepte, Futterqualität und -verfügbarkeit sowie die Tierbetreuung stark verbessert. Daraus resultiert zusammen mit dem Zuchtfortschritt eine enorme Milchleistungssteigerung von etwa 66 % (Breves, 2007; Siebert und Pallauf, 2010; Haenel et al., 2016; BLE, 2019). In der jüngeren Vergangenheit mehrten sich Hinweise, dass bei Anwendung des vielfach genutzten Bewertungsschemas, Kühe nicht immer richtig beurteilt werden und die getroffenen Aussagen, vor allem im Hinblick auf eine Energieunterversorgung, oftmals im Widerspruch zu anderen in der Praxis genutzten tierbezogenen Merkmalen stehen. Gleiches gilt für Werte, die zur Identifikation von Kühen mit Verdacht auf Stoffwechselstörungen wie Ketose oder subklinischer Pansenazidose genutzt werden (DLG, 2012). Die Harnstoffobergrenze von 300 mg/L Milch (Kirchgeßner et al., 1986) ist nach neueren Untersuchungen (Rajala-Schultz et al., 2001; Kohn et al., 2002; Richardt et al., 2002; Lebzien et al., 2006) sowie im Hinblick auf Futterkosten und betriebliches Nährstoffmanagement zu hoch. Werden Fütterungserfolg, Tier- und Umweltgerechtigkeit, aber auch Milchauszahlungspreise mittels MLP-Auswertungen eingestuft, müssen die verwendeten Wertebereiche zur aktuellen Milchrindgenetik passen und möglichst genaue Aussagen liefern. Dies ist essentiell, um innerhalb und auch außerhalb der Branche Akzeptanz zu erhalten. Die Weiterentwicklung des obsoleten Bewertungsrahmens wurde daher von Praxis, Beratung und Wissenschaft dringend erwartet. Hierzu konnten drei unterschiedliche sehr große Datensätze herangezogen und in zwei Schritten neue Wertebereiche und Schemata abgeleitet sowie validiert werden.

## Material und Methoden

### Schritt 1:

Von allen Landeskontrollverbänden Deutschlands und aus Luxemburg wurden gut 8 Mio. MLP-Datensätze zur Verfügung gestellt, welche ca. 20 % aller Milchkontrollen des Jahres 2015 darstellen. Aus diesem Datenpool wurden nach Abgleich mit Daten des Statistischen Bundesamtes (2017) für das Jahr 2015 die 15 häufigsten Milch- und Zweinutzungsrasen ausgewählt: Holstein-Schwarzbunt, Holstein-Rotbunt, Jersey, Braunvieh, Angler, Rotvieh alter Angler Zuchtichtung, Rotbuntes Niederungsgrind, Deutsches Schwarzbuntes Niederungsgrind, Fleckvieh, Vorderwälder, Braunvieh alter Zuchtichtung, Montbéliard, Sonstige Rassen, Kreuzung Fleischrind x Milchrind, Kreuzung Milchrind x Milchrind. Neben der Kuh-, Betriebs- und Kontrollverbandskennung sowie der Laktationsnummer enthielten die Daten Tageswerte je Kuh für Milchmenge [kg/Tag] und die Gehalte an Milchfett in % (F), Milcheiweiß in % (E), Laktose in %, Zellzahl in Tausend (Tsd.) je ml und Harnstoff [mg/L]. Aus dem Kalbedatum und dem Prüfdatum wurden der Laktationstag und aus F und E der Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) sowie aus F und Laktose der Fett-Laktose-Quotient (FLQ) berechnet. Eine Bereinigung um unwahrscheinliche Milchmengen sowie Fett- und Eiweißgehalte wurde nach der ADR-Empfehlung 1.4 und ihrer Anlagen 1 und 2 (ADR, 2001) vorgenommen. Des Weiteren wurden Daten wie folgt ausgeschlossen: Laktosegehalt  $< 1\%$  und  $> 10\%$ , Laktationstag  $< 5$  und  $> 999$ . Harnstoffgehalte  $\geq 1.000$  mg/L wurden auf 999 mg/L gesetzt, anschließend der arithmetische Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und die Standardabweichung (s) berechnet. Werte  $> \bar{x} + 4s$  wurden als Ausreißer definiert und entfernt. Nach Bereinigung der Daten standen für die weitere Bearbeitung 7.370.227 Milchkontrollen von 964.049 Kühen aus 9.000 Betrieben mit einer mittleren Laktationsnummer von 2,6 (s: 1,7; Spanne 1 – 17) und einem mittleren Laktationstag von 178 (s: 115) zur Verfügung. Multiple Mittelwertvergleiche der Milchleistungsparameter zwischen den Rassen wurden mit einem allgemeinen linearen Modell und dem Tukey-Kramer-Verfahren erstellt. Das Modell berücksichtigte die fixen Faktoren Rasse, Kontrollverband, Laktationsnummernklasse (5 Klassen: 1., 2., 3., 4.,  $> 4$ . Laktation) und Saison des Prüfdatums (4 Klassen: 1 = Dezember + Januar + Februar; 2 = März + April + Mai; 3 = Juni + Juli + August; 4 = September + Oktober + November). Weitere fixe Effekte wurden je nach zu modellierender Variablen und Bestimmtheitsmaß des Modells gewählt. Die gewählten Faktoren waren in allen Modellen mit  $p < 0,0001$  hochsignifikant. Zur Beschreibung des Grades der linearen Zusammenhänge verschiedener Parameter wurden Pearson Korrelationskoeffizienten berechnet. Die Abhängigkeiten der Inhaltsstoffe bzw. FEQ und FLQ von der Milchmenge wurden anhand von linearen Regressionen abgebildet.

### Schritt 2:

**Datensatz A:** Durch das Institut für Tierproduktion der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern wurden aus dem Testherdenprojekt der RinderAllianz GmbH 87.638 Laktationsdatensätze aus Mecklenburg-Vorpommern aus den Jahren 2015 bis 2018 mit Kühen der Rasse Deutsche Holstein zur Verfügung gestellt. Die Datensätze enthielten bis zu fünf aufeinanderfolgende Milchkontrollen vom Start der Laktation bis hin zur fünften Milchkontrolle (max. 187 Laktationstag). Zu den MLP-Daten wurden Diagnosen nach Zentralem Diagnoseschlüssel (ICAR, 2019) und der jeweilige Diagnosetag für Azidose, Ketose, Gebärpapese, Nachgeburtsverhalten, Endometritiden sowie Zyklusstörungen und sofern vorhanden die Fruchtbarkeitskennzahlen freiwillige Rastzeit, Verzögerungszeit und der Besamungsaufwand je Trächtigkeit gestellt. Milchkontrollen ohne Harnstoffgehalte und/oder FEQ wurden nicht ausgewertet. Nach der Datenbereinigung entsprechend der ADR-Empfehlung 1.4 (ADR, 2001) standen für statistische Analysen 72.982 Datensätze von 43.863 Kühen zur Verfügung. Es wurden FEQ-Klassen gebildet: 1.  $FEQ \leq 1,4$ ; 2.  $FEQ > 1,4$ . Für Milchwarnstoff wurden 3 Klassen gebildet: 1.  $< 150$  mg/L; 2.  $\geq 150$  mg/L bis  $\leq 250$  mg/L; 3.  $> 250$  mg/L. Es wurden multiple Mittelwertvergleiche mit gemischten Linearen Modellen und Wahrscheinlichkeitsberechnungen durchgeführt.



**Datensatz B:** Aus dem deutschlandweiten Verbundprojekt optiKuh konnten insgesamt 49.275 Datensätze von 1.650 Kühen der Rassen Deutsche Holstein, Fleckvieh und Braunvieh aus 12 Versuchsbetrieben ausgewertet werden. In den Daten waren wöchentlich neben MLP-Daten tierindividuelle Tagesdaten zur Futter- und Nährstoffaufnahme sowie zum Gewicht enthalten. Daraus wurden nach Vorgaben der GfE (2001) Energie- sowie Proteinbedarf und -saldo je Tier berechnet. Zu verschiedenen Terminen in der Laktation wurden der Body Condition Score nach Edmonson et al. (1989) bzw. die Rückenfettdicke per Ultraschall nach Staufenberg (1992), Blut-Betahydroxybutyrat (BHB), nicht veresterte Fettsäuren (NEFA) aus dem Blut sowie die netto Säure-Basen Ausscheidung im Urin (NSBA) erfasst. Datensätze ohne FEQ und/oder Milchharnstoffgehalt wurden nicht berücksichtigt. Ebenso wurden Daten, die nicht in folgendes Raster fielen, ausgeschlossen: Laktationstag 6 bis 320, Futteraufnahme von 4,4 bis 38 kg TM/Tag. Mit Hilfe von Kontingenztafeln wurden für verschiedene Grenzwerte für Milchinhaltsstoffe und Energie- und Nährstoffaufnahmen in Relation zum Bedarf, für BCS- und Gewichtsveränderungen, BHB, NEFA sowie NSBA Sensitivitäts-Spezifitätsanalysen durchgeführt. Neben anderem wurde die Übereinstimmung eines neuen Auswertungsschemas für Milchinhaltsstoffe mit der tatsächlichen Versorgungssituation mit der des bisherigen Schemas verglichen.

Datenbearbeitung und statistische Analysen wurden für alle drei Datenbanken mit der Statistical Analysis System Software Version 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) durchgeführt.

Nähere Informationen zur Bearbeitung des Datenmaterials und zu den statistischen Analysen sowie den Ergebnissen finden sich in Glatz-Hoppe et al. (2019a; 2019b; 2020).

## Ergebnisse und Diskussion

### Schritt 1:

#### Vergleich der Rassen

Abgesehen von der Milchmenge ergaben sich innerhalb der Rassen nur sehr geringe Unterschiede zwischen den Laktationsnummern. Die Form der Laktationskurven unterschied sich zwischen den Rassen nur unwesentlich, lediglich die Höhe und Ausprägung stehen im Zusammenhang mit Leistungsvermögen und den überwiegend genetisch fixierten Fett- und Eiweißkonzentrationen. Insgesamt befand sich das Zellzahlniveau der vorliegenden Daten mit im Mittel 235 Tsd./ml ( $s = 621$  Tsd./ml) zwar auf einem für Deutschland üblichen, aber relativ hohen Niveau, mit dem Sekretionsstörungen bzw. entzündliche Vorgänge im Euter verbunden werden und betrieblich gesehen Verbesserungspotentiale bestehen (DVG, 1994). Der multiple Mittelwertvergleich ergab für die verschiedenen Merkmale der MLP unterschiedliche Bestimmtheitsmaße. Für Milchmenge, F, E und Laktosegehalt lagen sie im Bereich von  $r^2 = 0,29$  bis  $0,52$  während sie für den Milchharnstoffgehalt und den FEQ nur bei  $r^2 = 0,04$  bzw.  $r^2 = 0,07$  lagen. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass die für diese Merkmale wesentlich bestimmenden Faktoren in der Fütterung und Haltung liegen und sie aus diesem Grund besonders gut für die Beurteilung dieser geeignet sind. Die Rassen Jersey und Angler unterschieden sich im F und im FEQ signifikant ( $p < 0,0001$ ) von allen anderen Rassen dieser Auswertung. Naheliegend sind ein gemeinsamer Bewertungsrahmen für die Rassen Deutsche Holstein, Fleckvieh, Braunvieh, Rotbuntes Niederungsgrind, Deutsches Schwarzbuntes Niederungsgrind, Vorderwälder, Montbéliard sowie Sonstige Rassen und Milchrindkreuzungen (GRUPPE:  $n = 7.284.904$ ) und separate Bewertungsrahmen für die Rassen ANGLER ( $n = 81.722$ ) und JERSEY (3.601).

## Milchmenge und Milchinhaltsstoffe

Die Regressionsanalyse für diese drei Auswertungsgruppen zeigte für F und E einen deutlichen Verdünnungseffekt mit steigender Milchmenge, auch für den Fett-Laktose-Quotienten galt das, während der Laktosegehalt mit höheren Milchmengen ansteigend war (Abb. 1). Einzig der FEQ zeigte sich nahezu konstant gegenüber der Milchmenge und erscheint daher als geeigneterer Parameter, um die Futterenergieversorgung zu beurteilen als der Milcheiweißgehalt allein. Die arithmetischen Mittelwerte für den FEQ waren für die GRUPPE  $\bar{x} = 1,2$  ( $s = 0,19$ ), für ANGLER  $\bar{x} = 1,29$  ( $s = 0,21$ ) und für JERSEY  $\bar{x} = 1,41$  ( $s = 0,22$ ). Als Grenzwerte zur Unterscheidung einer optimalen von einer mangelhaften Energieversorgung wird vorgeschlagen, den  $\bar{x} + 1 s$  je Auswertungsgruppe zu nutzen:  $FEQ_{Grenz} = 1,4, 1,5, \text{ bzw. } 1,6$ .

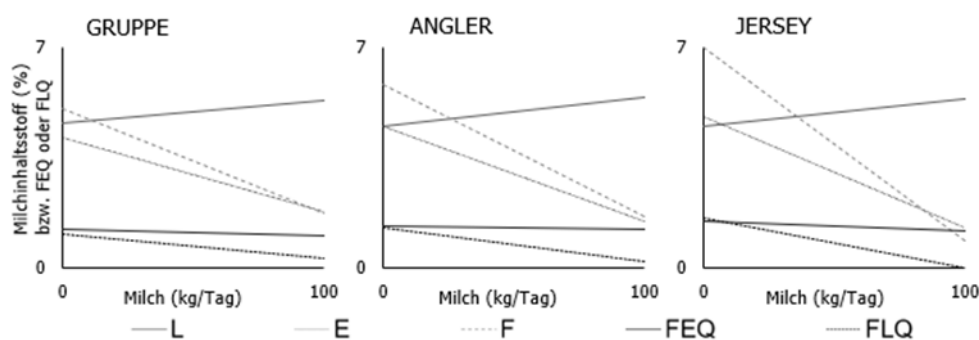


Abb. 1: Regressionsgeraden für die Abhängigkeit von Milchfettgehalt, Milcheiweißgehalt, Laktose, Fett-Eiweiß-Quotient sowie Fett-Laktose-Quotient von der Milchmenge für die drei Auswertungsgruppen.

Für diese drei Auswertungsgruppen gilt, dass der FEQ überwiegend vom Milchfettgehalt ( $r = 0,75$  bzw.  $0,74$  bzw.  $0,75$ ) und zu einem kleineren Teil vom Milcheiweißgehalt ( $r = -0,20$  bzw.  $-0,15$  bzw.  $-0,02$ ) bestimmt wird. Er erhöht sich also bei Veränderungen beider Inhaltsstoffe, die mit Energiemangel assoziiert sind. Mit Hilfe der Regressionsgleichungen und der Reststandardabweichung  $s_y$  im Verhältnis zum Mittelwert der Population für dieses Merkmal lassen sich statistische Normalbereiche für E und F definieren:

$$y_{min} = \left( \beta_0 + \beta_1 \text{Milchmenge} \left[ \frac{kg}{Tag} \right] \right) \left( 1 - \left( \frac{s_y}{\bar{x}_y} \right) \right) \text{ bzw.}$$

$$y_{max} = \left( \beta_0 + \beta_1 \text{Milchmenge} \left[ \frac{kg}{Tag} \right] \right) \left( 1 + \left( \frac{s_y}{\bar{x}_y} \right) \right)$$

Daraus ergeben sich obere und untere statistische Grenzwerte unter Berücksichtigung der Milchmenge:  $E_{max}$  und  $E_{min}$  bzw.  $F_{max}$  und  $F_{min}$ . Werte, die außerhalb dieser Normalbereiche liegen, könnten zusätzliche Hinweise auf die Stoffwechselsituation geben.

Die Auswertung von in 50 mg/L Milchnharnstoff-Schritten eingeteilten Daten ergab, dass es in den mit Futterproteinmangel assoziierten Klassen einen Anstieg der Milchleistung bei steigenden Milchnharnstoffgehalten gab. In den höheren Schritten über 250 mg/L jedoch gab es mit steigenden Milchnharnstoffgehalten keine weitere Steigerung der Milchmenge. Aus ernährungsphysiologischer Sicht gibt es keine Notwendigkeit für höhere Harnstoffgehalte (z. B. Lebzien et al., 2006). Wenn die

Futtergrundlage z. B. zu größeren Teilen aus Weidegras oder proteinreichen Grassilagen bestehen soll bzw. aufgrund fehlender anderer Futtermittel nicht ausbalanciert werden kann, sind Harnstoffgehalte > 250 mg/L auf Herdenniveau zu erwarten.

## Schritt 2:

### Datensatz A:

Die Analyse der Milchmenge, des FEQ sowie der Harnstoffgehalte in Abhängigkeit des Vorhandenseins einer Diagnose zeigte deutliche Einflüsse auf den Verlauf in der Laktation. Auch in der Fortgeschrittenen Laktation waren die negativen Auswirkungen teilweise noch zu erkennen (Beispiel Abb. 2).

Anhand der Daten konnte nachgewiesen werden, dass Kühe, die einen FEQ > 1,4 aufwiesen, ein erhöhtes Risiko hatten an Ketose, Endometritis bzw. Zyklusstörungen zu erkranken. Diese Diagnosen werden von vielen Autoren in Zusammenhang mit Energiemangelsituationen gebracht.

Die besten Fruchtbarkeitsergebnisse zeigten die Kühe, die in die Harnstoffklassen 2. und 3. eingeteilt waren. Einen großen Einfluss darauf hatte der Harnstoffgehalt zu Beginn der Laktation. Zu erklären sind die besseren Fruchtbarkeitsergebnisse ab  $\geq 150$  mg/L Harnstoff vermutlich dadurch, dass diese Tiere in der Transitphase im Verhältnis zu anderen Kühen der Herde eine hohe Futteraufnahme in Relation zum Bedarf hatten. Somit waren sie nicht nur mit Futterrohprotein, sondern auch energetisch gut versorgt.

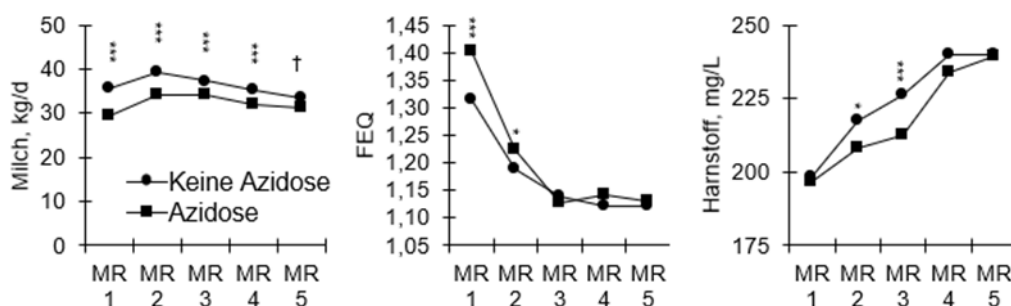


Abb. 2: Verlauf von Milchmenge, FEQ und Milchwarnstoffgehalt über MLP 1 bis 5 in Abhängigkeit ob die Diagnose Azidose gestellt wurde oder nicht. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mit † ( $p < 0.10$ ), \* ( $p < 0.05$ ) und \*\*\* ( $p < 0.001$ ) gekennzeichnet.

### Datensatz B:

Zur Beurteilung der Aussagekraft von Milchinhaltsstoffen im Hinblick auf die tatsächliche Versorgungssituation wurden die Daten sowohl nach dem bisherigen Schema eingeteilt als auch in Wertebereiche eines Neuanschlages. Die Einteilung für das bisherige Schema war wie folgt: Energieoptimum =  $E \geq 3,2\%$ , Energiemangel =  $E < 3,20\%$ , Futterrohprotein: Mangel = Harnstoff < 150 mg/L, Optimum = Harnstoff  $\geq 150$  mg/L bis  $\leq 300$  mg/L, Überversorgung = Harnstoff > 300 mg/L. Für das neue Schema wurden die Daten wie folgt eingeteilt: Energieoptimum =  $FEQ \leq 1,4$ ,

Energiemangel =  $FEQ > 1,4$ , Futterrohprotein: Mangel = Harnstoff  $< 150$  mg/L, Optimum = Harnstoff  $\geq 150$  mg/L bis  $\leq 250$  mg/L, Überversorgung = Harnstoff  $> 250$  mg/L. Die tatsächliche Versorgungssituation wurde anhand von Energie- und Rohproteinaufnahme in Relation zum Bedarf eingeteilt: Mangel = Aufnahme/Bedarf  $< 90$  %, Optimum = Aufnahme/Bedarf  $\geq 90$  % -  $\leq 110$  %, Überversorgung = Aufnahme/Bedarf  $> 110$  %. In der Gesamtbewertung, Protein- und Energieversorgung betrachtet, haben die Milchinhaltsstoffe nur eine relativ geringe Übereinstimmung mit der Aufnahme in Relation zum Bedarf, allerdings zeigte das neue Schema bessere Werte: altes Schema 25,1 % korrekt zugeordnete Werte, neues Schema 33,8 % korrekt zugeordnete Werte. Bei der separaten Betrachtung der Proteinversorgung zeigte sich, dass der Harnstoffbereich von 150 bis 250 mg/L besser die tatsächliche Versorgung darstellt als der bisherige Bereich für Milchharnstoff von 150 bis 300 mg/L: Neu: 42,4 % vs. Alt: 38,0 %. Bei der separaten Betrachtung der Energieversorgung ergaben ebenfalls höhere Übereinstimmungen und ein Vorteil für das neue System: Neu: 80,7 % vs. Alt: 68,7 %.

Ein bisher häufig genutzter Wert zur Detektion einer Ketose ist ein FEQ von  $> 1,5$ . Demgegenüber wurde ein anhand der beschriebenen Untersuchungen abgeleiteter Grenzwert gestellt:  $FEQ > 1,4$  und  $F > F_{\max}$  bzw.  $E < E_{\min}$ . Als Goldstandard für die Ketosedefinition wurden  $BHB > 1,2$  mmol/L,  $NEFA > 1,000$   $\mu$ mol/L, Verlust von Körpermasse  $> 1,5$  kg/ bzw. Verlust von  $> 1$  BCS-Punkt innerhalb 60 Tagen genutzt. Für die neue Ketosedefinition anhand von Milchinhaltsstoffen  $FEQ > 1,4$  und  $F > F_{\max}$  bzw.  $E < E_{\min}$  wurden jeweils höhere Sensitivitäten berechnet als für den Wert  $FEQ > 1,5$ .

Zusammenhänge von Milchinhaltsstoffen mit möglichen Indikatoren für subklinische Pansenazidose oder Energieüberversorgung konnten anhand der Untersuchungen nicht gefunden werden.

## Schlussfolgerungen

Unter Berücksichtigung der Rasse und der Milchmenge lassen sich genauere Aussagen der Milchinhaltsstoffe zur Versorgungssituation mit Futterenergie sowie Futterrohprotein und zur Stoffwechsellaage hinsichtlich Ketose treffen. Bisher vielfach genutzte Wertebereiche sollten daher überdacht bzw. nicht mehr verwendet werden. Die Berechnung neuer Wertebereiche und Hintergründe des hier im Ansatz vorgestellten Neuverschlages sind im DLG-Merkblatt 451 (DLG, 2020) übersichtlich zusammengefasst.

## Literaturverzeichnis

ADR (2001): ADR-Empfehlung 1.4 zum Ausscheiden unwahrscheinlicher Ergebnisse bei der Feststellung der Milchmenge und Milchinhaltsstoffe. Bonn.

BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) (2019): <https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/>

Informationsgrafiken/190726\_Milchleistung.html, eingesehen am 28.11.2019.

Breves, G. (2007): Züchtung und Stoffwechselstabilität beim Rind – Empfehlungen für Zucht und Haltung. Züchtungskunde 79, 52-58.

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) (2012): Arbeitskreis Futter und Fütterung. Fütterungsempfehlungen für Milchkühe im geburtsnahen Zeitraum: Versorgung während des Trockenstehens und in der Frühlaktation; eine Information des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung. Herausgeber DLG e.V. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt a. M.

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) (2020): DLG-Merkblatt 451. Milchkontrolldaten zur Fütterungs- und Gesundheitskontrolle bei Milchkühen. Die neue Dummerstorfer Fütterungsbewertung. <https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/>

landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt\_451.pdf, eingesehen am 02.08.2020.

- DLQ (Deutscher Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen e. V.) (2019): <https://www.die-milchkontrolle.de/milchkontrolle/>, eingesehen am 06.12.2019.
- DVG (Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e. V.) (1994): Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Herdenproblem. 3. Aufl., DVG, Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V., Gießen.
- Edmonson A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver, and G. Webster (1989): A body condition scoring chart for Holstein Dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-78.
- ICAR (International Committee for Animal Recording) (2019): Health codes for bovine. <https://www.icar.org/index.php/publications-technical-materials/amendments-recording-guidelines/diseases-codes-for-cows/>, eingesehen am 27.10.2019.
- GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. Heft 8. DLG-Verlag, Frankfurt a. M., Germany.
- Glatz-Hoppe, J., F. Onken, A. Eggert, E. Mohr, and B. Losand (2019a): Use of milk recording data for characterization of dairy cow supply situation. First part: Milk performance and composition of German dairy breeds by comparison. *Züchtungskunde* 91, 423-448.
- Glatz-Hoppe, J., E. Mohr, and B. Losand (2019b): Use of milk recording data for characterization of dairy cow supply situation. Second part: Evaluation scheme for the assessment of milk ingredients at farm level. *Züchtungskunde* 91, 449-473.
- Glatz-Hoppe, J., Boldt, A., Spiekers, H., and B. Losand (2020). Relationship between milk constituents from milk testing and health, feeding and 3 metabolic data of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, am 16.06.2020 zur Veröffentlichung angenommen.
- Grieve, D. G., S. Korver, Y. S. Rijpkema and G. Hof (1986): Relationship between milkcomposition and some nutritional parameters in early lactation. *Livest. Prod. Sci.* 14, 239-254.
- Haenel H.-D., C. Rösemann, U. Dämmgen, A. Freibauer, U. Döring, S. Wulf, B. Eurich-Menden, H. Döhler, C. Schreiner and B. Osterburg (2016): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990-2014: Report on methods and data (RMD) Submission 2016. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Report 39.
- Heuer, C., Y. H. Schukken and P. Dobbelaar (1999): Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 82, 295-304.
- Heuer, C., W. M. van Straalen, Y. H. Schukken, A. Dirkzwager and J. P. T. M. Noordhuizen (2000): Prediction of energy balance in a high yielding dairy herd in early lactation: model development and precision. *Livest. Prod. Sci.* 65, 91-105.
- Kirchgeßner, M., D. A. Roth-Maier and M. Kreuzer (1986): Milk urea and protein content to diagnose energy and protein malnutrition of dairy cows. *Arch. Tierernaehr.* 36, 192-197.
- Kohn, R. A., K. F. Kalscheur and E. Russek-Cohen (2002): Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.* 85, 227-233.
- Lebzien, P., A. Riemeier and G. Flachowsky (2006): Investigations on the effect of the ruminal N-balance on rumen metabolism, urea content in blood serum and milk as well as some liver parameters of lactating cows. *Arch. Anim. Nutr.* 60, 99-109.
- Piatkowski, B., J. Voigt und H. Girschewski (1981): Einfluss des Rohproteinniveaus auf die Fruchtbarkeit und den Harnstoffgehalt in Körperflüssigkeiten bei Hochleistungskühen, *Arch. Tierernaehr.* 31, 497-504.
- Rajala-Schultz, P. J., W. J. A. Saville, G. S. Frazer and T. E. Wittum (2001): Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84, 482-489.
- Richardt, W., H. Jeroch und J. Spilke (2002): Fütterungs- und nicht fütterungsbedingte Einflüsse auf den Milchwarnstoffgehalt von Milchkühen. 3. Mitteilung: Vorschlag für ein dynamisches Modell zur Einschätzung der Rohproteinversorgung an Hand des Milchwarnstoffgehaltes. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 45, 151-157.
- Siebert, F. und J. Pallauf (2010): Analyse von Ergebnissen der Milchleistungsprüfung in Hessen im Hinblick auf ein Ketosersiko. *Züchtungskunde* 82, 112-122.
- Spohr, M. und H. U. Wiesner (1991): Kontrolle der Herdengesundheit und Milchproduktion mit Hilfe der erweiterten Milchleistungsprüfung. *Milchpraxis* 29, 231-236.
- Statistisches Bundesamt (2017): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Viehbestand und tierische Erzeugung. Fachserie 3, Reihe 4, 2015. Erschienen am 2. Februar 2017, Wiesbaden.
- Staufenbiel, R. (1992): Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes. Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke. *Mh. Vet. Med.* 47, 467-474.

**Autorenanschrift:**

Julia Glatz-Hoppe  
Rostocker Straße 26  
D-18182 Blankenhagen OT Mandelshagen  
Telefon +49 38224 80 571  
Email [juliaglatz@web.de](mailto:juliaglatz@web.de)

# Praktische Umsetzung der nährstoffangepassten Schweinefütterung – Eine bayerische Erfolgsgeschichte

**Stephan Schneider, Johannes Kraft, Eva-Maria Brunlehner**

Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Poing-Grub

## Einleitung

Nährstoffangepasste Fütterungsverfahren bei Schweinen sind schon lange Schwerpunkt der Beratungsarbeit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und dessen Verbundpartner Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (LKV Bayern). Grundlage der Beratung in Bayern im Bereich der Schweinemast ist die LfL-Information „Futterberechnung für Schweine“, 23. Auflage vom Januar 2020 sowie die Veröffentlichungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG, 2010, 2014, 2019) basierend auf den Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung von Schweinen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 2006).

Um nährstoffreduzierte Fütterungsverfahren in der Praxis noch konsequenter umzusetzen, legten das Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF), die Fachzentren für Schweinezucht und -haltung der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, das LKV Bayern und das LfL-Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub gemeinsam mit den Fleischerzeugerringen ein Operatives Rahmenziel zur Rohproteinreduzierung fest. Ziel des Operativen Rahmenzieles ist es, die Vorteile der nährstoffreduzierten Fütterung hinsichtlich des Tierwohls, der Umweltwirkungen sowie der Ökonomie aufzuzeigen und in der Praxis zu festigen. Das Operative Rahmenziel sieht die Reduzierung der Rohproteingehalte der Schweinemastrationen der beim LKV organisierten Ringbetriebe vor. Hierfür wurden in Abstimmung mit den einzelnen Fachzentren auf Verwaltungsstellenebene individuelle Zielvereinbarungen festgelegt, die im Zeitraum von 2017 bis 2021 erreicht werden müssen.

Um möglichen Vorbehalten gegenüber neuen Fütterungsverfahren entgegenzuwirken, wird seit Anfang 2018 in der Lehrwerkstatt des Ausbildungs- und Versuchszentrums Schwarzenau erfolgreich nährstoffreduziert gefüttert. Hierzu wurden die Rationen im Sauenbereich auf sehr stark N-/P-reduziert und im Mastbereich auf stark N-/P-reduziert laut DLG (2014) umgestellt. Die positiven Ergebnisse dieser Umstellung sind Bestandteil der Schul- und Erwachsenenbildung. Grundlage des Operativen Rahmenzieles waren zudem rund 20 Versuchsergebnisse aus Schwarzenau zur Nährstoffreduzierung aus den letzten Jahren. Die Ergebnisse der verschiedenen Versuche lassen den Schluss zu, dass eine schrittweise Reduzierung der Nährstoffgehalte in der Praxis empfohlen werden kann.

## Material und Methoden

Die Ringberater Schwein des LKV Bayern berechnen die Futterrationen auf den gut 1.400 organisierten Schweinemastbetrieben mit dem LfL-Programm „Zielwert-Futter-Optimierungsprogramm: Zifo2“. Die Rationsanteile der Einzelfuttermittel und Gehalte der Rationen können durch eine Schnittstelle aus dem LfL-Futterberechnungsprogramm exportiert und in das LKV-Auswertungsprogramm „RingmastSchwein“ importiert werden. In diesem Programm teilt der Berater

den Rationen die tatsächlichen Futtermittelverbräuche laut Angaben der Fütterungsanlagen bzw. des Landwirts, zu. Aus diesen Daten wird die sogenannte „Mittlere Mastmischung“ berechnet. Die Mittlere Mastmischung ist definiert als gewichteter durchschnittlicher Nährstoffgehalt je kg Futter (LfL 2020), deren Basis die zugrundeliegenden Rationsberechnungen und die jeweiligen Futtermittelverbräuche sind.

Die Daten aus „RingmastSchwein“ werden durch das LKV Bayern vierteljährlich ausgewertet. Der Auswertung lagen zuletzt Mastleistungsergebnisse von 16.127.103 Tieren zugrunde. Die Ergebnisse werden an das LfL-Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft weitergegeben, welches die Daten für die Verbundberatung aufbereitet und interpretiert. Dabei steht der Wissenstransfer an die *Ansprechpartner Futter und Fütterung* an den zuständigen Fachzentren und den Verbundpartner LKV Bayern im Vordergrund.

## Ergebnisse und Diskussion

Die bisherigen Ergebnisse sind vielversprechend: Durch die Beratung und dem Einsatz neuer Mineralfutter- und Ergänzerkonzepte reduzierte sich der durchschnittliche Rohproteingehalt der organisierten Betriebe in den letzten drei Jahren von 167 g/kg Trockenfutter (TF, bei 88% Trockenmasse) um fast 12 Gramm auf 155 g Rohprotein je Kilogramm TF (Abb. 1). Wird eine 10 bis 11%ige Ammoniakminderung je 10 g Rohproteinminderung unterstellt (Sajeev et al., 2017), reduzierten die beim LKV organisierten bayerischen Schweinemäster in den letzten drei Jahren die Ammoniakemissionen in der Schweinehaltung um 12 bis 13%.

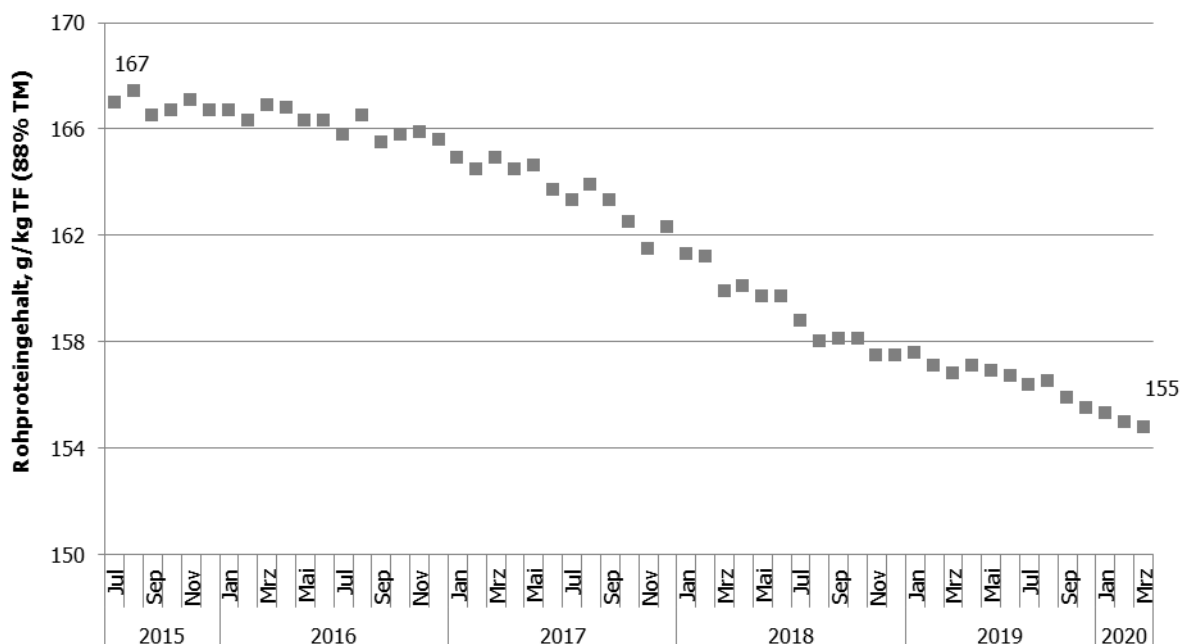


Abb. 1: Rohproteingehalt der Mittleren Mastmischung Juli 2015 bis März 2020, Bayern, n = 16.127.103 Daten aus RingmastSchwein-Auswertungen des LKV Bayern e.V.

Mit der Reduzierung der Rohproteingehalte geht eine Absenkung der Phosphor (P)-Gehalte einher. Durch den geringeren Einsatz von Eiweißfuttermitteln, vor allem Sojaextraktionsschrot, den Einsatz von Phytasen und phosphorfreien Endmastmineralfuttermitteln konnten die Brutto-P-Gehalte der



Mastrationen abgesenkt werden. Der durchschnittliche P-Gehalt reduzierte sich in den letzten Jahren um 0,4 Gramm pro kg TF (von 4,8 auf 4,4 g P je Kilogramm TF) (Abb. 2).

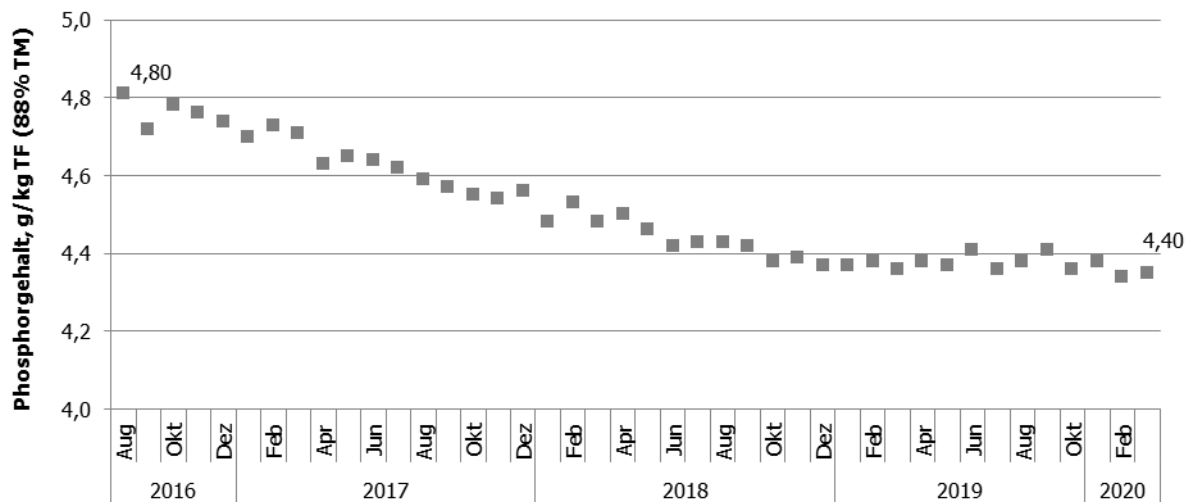


Abb. 2: Phosphorgehalt der Mittleren Mastmischung August 2016 bis März 2020, Bayern, n = 12.324.796. Daten aus RingmastSchwein-Auswertungen des LKV Bayern e.V.

Obwohl die bayerischen Schweinemäster die Rohproteingehalte der Rationen sukzessive verringern, wirkte sich diese Reduzierung, laut LKV-Auswertungen, nicht negativ auf die biologischen Leistungen (Abb. 3) und Schlachtleistungen (Abb. 4) der Mastschweine aus.

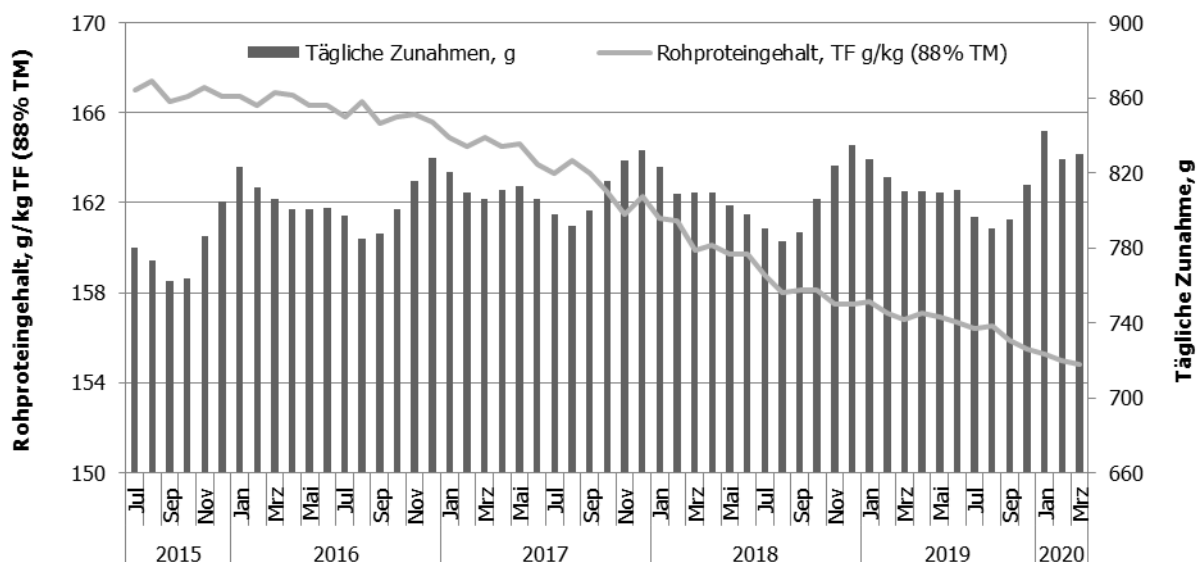


Abb. 3: Rohproteingehalt der Mittleren Mastmischung und Tageszunahme, Juli 2015 bis März 2020, Bayern, n = 16.127.103. Daten aus RingmastSchwein-Auswertungen des LKV Bayern e.V.

Der Muskelfleischanteil konnte, trotz der Absenkung der Rohproteingehalte um 12 g/kg TF, laut LKV-Auswertungen von durchschnittlich 59,1% (Stand März 2016) auf 59,8% (Stand März 2020) gesteigert werden.

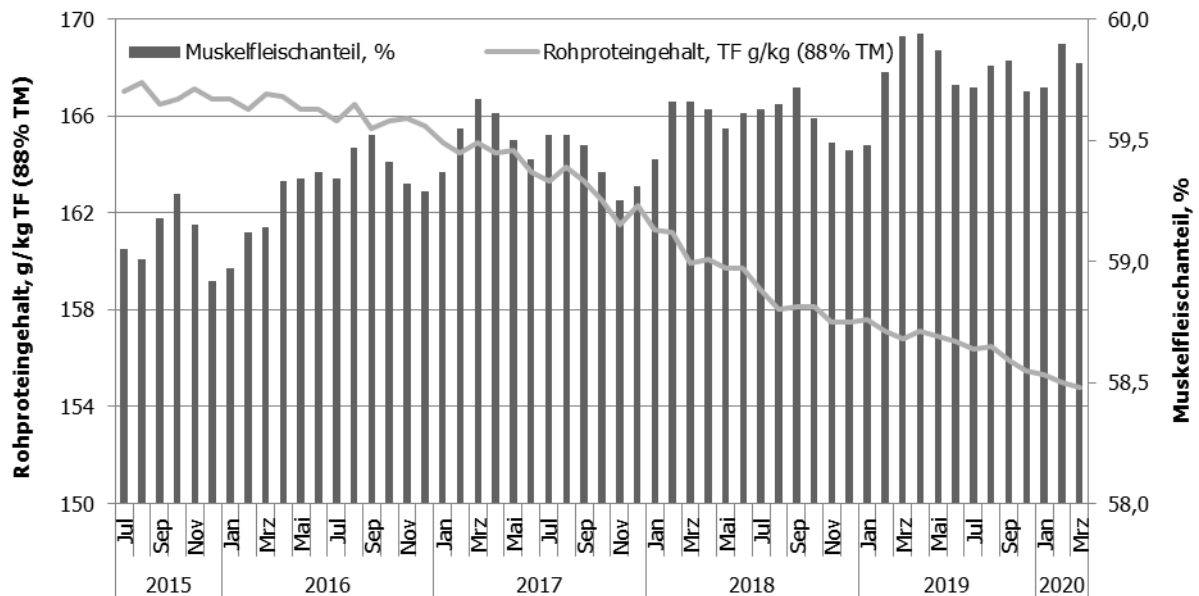


Abb. 4: Rohproteingehalt der Mittleren Mastmischung und Muskelfleischanteil, Juli 2015 bis März 2020, Bayern, n = 16.127.103. Daten aus RingmastSchwein-Auswertungen des LKV Bayern e.V.

## Fazit

Die LKV-Daten und die darauf aufbauenden Auswertungen zeigen, dass sich nährstoffreduzierte Fütterungsverfahren in Bayern etablieren und die Beratungskonzepte der Verbundberatung angenommen sowie konsequent umgesetzt werden. Als Zwischenergebnis bezüglich des Operativen Rahmenziels bleibt festzuhalten, dass alle Fachzentren heute schon die bis 2021 festgelegten Rohproteinreduzierungen übererfüllen.

Die Implementierung nährstoffreduzierter Fütterungsverfahren muss weiter forciert werden, um eine Überversorgung der Tiere und erhöhte Nährstoffausscheidungen zu vermeiden. Angewandte Versuche, aber auch unabhängige Praxiserhebungen, sind für die erfolgreiche Umsetzung nährstoffangepasster Fütterungsverfahren wichtig, da Praktiker diesen unabhängigen Ergebnissen vertrauen.

## Literatur

DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2010): Erfolgreiche Mastschweinefütterung. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, Arbeiten der DLG, Band 199, 2. Auflage. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2019): Merkblatt 418, Leitfaden zur nachvollziehbaren Umsetzung stark N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren bei Schweinen. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

GE - Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

LKV Bayern - Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (2019): Fleischleistungsprüfung in Bayern 2019. Ergebnisse und Auswertungen. München: LKV Bayern.

LfL - Landesanstalt für Landwirtschaft (2020): Futterberechnung für Schweine. LfL-Information, 23. Auflage, Freising: LfL.

Sajeev, E.P.M., Amon, B., Ammon, C., Zollitsch, W., Winiwarter, W. (2017): Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 110, p.161-175.

### Autorenanschrift:

Dr. Stephan Schneider  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3  
85586 Poing  
Tel. 089 99141 420, ab November 2020: 08161 8640 7420  
Stephan.Schneider@LfL.bayern.de

# Die ersten 18 Lebensstunden eines Ferkels sind entscheidend!

Setzen Sie Globigen Pig Doser bei kleinen und mittelgroßen Ferkeln ein, um die Mortalität zu senken und die Leistung zu steigern.



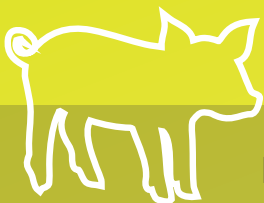
Ferkel klein

**EINSATZ!**



Ferkel mittel

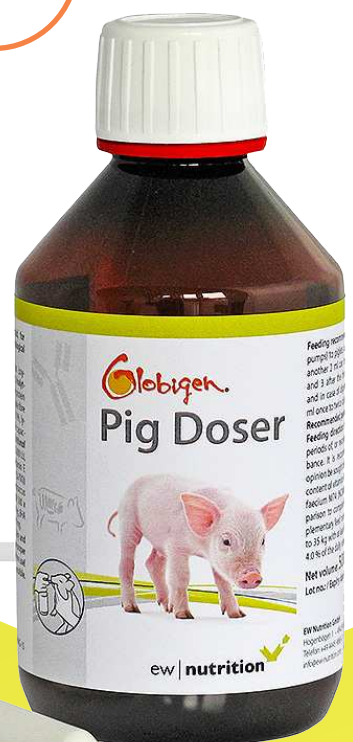
**EINSATZ!**



Ferkel groß

Vor  
Gebrauch  
gut schütteln

4 ml / 1-2  
Pumphübe



**Globigen Pig Doser – Ihre Ferkel in guten Händen**

ew-nutrition.com

## Klee und Luzerne über das Nutztier in Wert setzen - das Netzwerk KleeLuzPlus bringt neue Impulse

**J. Schättler<sup>1</sup>, I. Jacob<sup>2</sup>, V. Straub<sup>1</sup>, K. Bader<sup>3</sup>, A.-K. Bessai<sup>4</sup>, A. Bilau<sup>3</sup>, E. Engels<sup>5</sup>, S. Fittje<sup>1</sup>, S. Glowacki<sup>5</sup>, U. Jäckel<sup>6</sup>, H. Jänicke<sup>7</sup>, F. Grundler<sup>1</sup>, J. Junghans<sup>6</sup>, K. Kempkens<sup>5</sup>, B. Köhler<sup>8</sup>, P. Köhler<sup>9</sup>, A. Kowalewicz<sup>7</sup>, D. Lösel<sup>7</sup>, G. Papke<sup>8</sup>, R. Schätzl<sup>1</sup>, M. Schneider<sup>1</sup>, W. Wurth<sup>9</sup>, S. Hartmann<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Grub/Freising

<sup>2</sup> Öko-BeratungsGesellschaft mbH, Hohenkammer

<sup>3</sup> Demeter e.V., Darmstadt

<sup>4</sup> Bioland Beratung GmbH, Mainz

<sup>5</sup> Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Köln-Auweiler

<sup>6</sup> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Nossen

<sup>7</sup> Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei  
Mecklenburg-Vorpommern, Dummerstorf

<sup>8</sup> Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Kassel

<sup>9</sup> Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft,  
Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg, Aulendorf

### Einleitung

Den kleinkörnigen Leguminosen (Klee, Luzerne etc.) kommt in der Bewältigung der Klimaanpassung, der regionalen Eiweißversorgung und der Förderung der Biodiversität in der zukünftigen Landnutzungsstrategie ein großes Potenzial zu. Voraussetzung für eine nachhaltige Ausdehnung des Anbaus ist eine entsprechende In-Wert-Setzung über das Nutztier. Das Ziel des Demonstrationsnetzwerks „Demonet-KleeLuzPlus“ ist es, die Ausweitung und Optimierung des Anbaus und der Verwertung von kleinkörnigen Leguminosen zu fördern. Das Netzwerk ist Teil der Eiweißpflanzenstrategie, welche vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ins Leben gerufen wurde.

Die Demonstration von Anbau, Ernte, Konservierung und Verwertung bis hin zur Vermarktung von kleinkörnigen Leguminosen steht im Vordergrund. Den Kern bilden die konventionell und ökologisch wirtschaftenden Praxisbetriebe in den einzelnen Aktionszentren des Netzwerks. Begleitet wird das Netzwerk durch Unternehmen, die sich auf die Züchtung und Vermehrung von Saatgut kleinkörniger Leguminosen spezialisiert haben.

Weiterer wesentlicher Bestandteil des Netzwerks ist der Transfer des erworbenen Wissens in Praxis, Beratung und Schulen und die damit verbundene Sensibilisierung für einen nachhaltigen Futterbau.

## **Kleinkörnige Leguminosen für Rind, Schwein und Geflügel**

Klassischerweise werden Klee und Luzerne in der innerbetrieblichen Verwertung als Grobfutter für Milchkühe eingesetzt. Ihr hoher Eiweißgehalt und die vergleichsweise hohe Futteraufnahme machen die kleinkörnigen Leguminosen besonders attraktiv als Futter für Wiederkäuer. Ein eher innovatives Einsatzgebiet ist die Fütterung von kleinkörnigen Leguminosen an Monogastrier. Klee und Luzerne können auf Grund der günstigen Aminosäurezusammensetzung als alternative Eiweißquelle bei Schweinen und Geflügel dienen und zudem als „natürliches Beschäftigungsmaterial“ mit Futterwert in Konzepten gegen Schwanzbeißen und Federpicken Verwendung finden.

Das Netzwerk soll den Status quo zum Management und Einsatz der kleinkörnigen Leguminosen auf den Demonstrationsbetrieben erfassen, optimieren und in Relation zu Vergleichsfrüchten wie Mais setzen, indem auch auf die Wirtschaftlichkeit eingegangen wird. Dazu werden entsprechende Futterrationen berechnet und miteinander verglichen sowie die Daten aus Ertragerfassung und Analyseergebnissen zusammengeführt. Dabei werden auch betriebs- und schlagindividuelle Daten mittels eines zentral organisierten, digitalen Datenerhebungssystems auf Basis von elektronisch ausfüllbaren PDFs und einer SQL-Datenbank erhoben. Diese Kombination ermöglicht einerseits eine auf den Betrieben leicht zu handhabende Datenerfassung, andererseits aber auch eine schlagkräftige Auswertung und Verknüpfung der an unterschiedlichen Stellen erhobenen Daten. Die gewonnenen Erkenntnisse münden in der Darstellung von Wertschöpfungsketten, die den Schwerpunkt bei der innerbetrieblichen Verwertung in der Nutztierfütterung setzen. Darüber hinaus werden auch Vermarktungsstrategien für Endprodukte wie z.B. Luzernecobs betrachtet.

Zur Verbreitung des Wissens werden Konzepte entwickelt, die u.a. einen Webauftritt, Erstellung von Fachartikeln, Bereitstellung von Informationsmaterialien und die Präsenz bei Veranstaltungen oder Tagungen umfassen.

## Aktueller Stand

Momentan sind 71 Demonstrationbetriebe bundesweit im Netzwerk aktiv (vgl. Abb. 1). Davon wirtschaften gut ein Drittel ökologisch und zwei Drittel konventionell. Es werden sowohl Klee-/Luzerne-Gras-Gemenge angebaut als auch Reinsaaten, vorwiegend in Form von Luzerne. Die Verwertung erfolgt überwiegend innerbetrieblich als Futter für die Milchkühe. Dabei dominiert der Einsatz in Form von Silage. Beweidung oder Fütterung als Heu spielen eine untergeordnete Rolle. Viele Betriebe verfüttern die kleinkörnigen Leguminosen aber auch an Mastrinder bzw. Mutterkühe oder an Schweine und Geflügel.

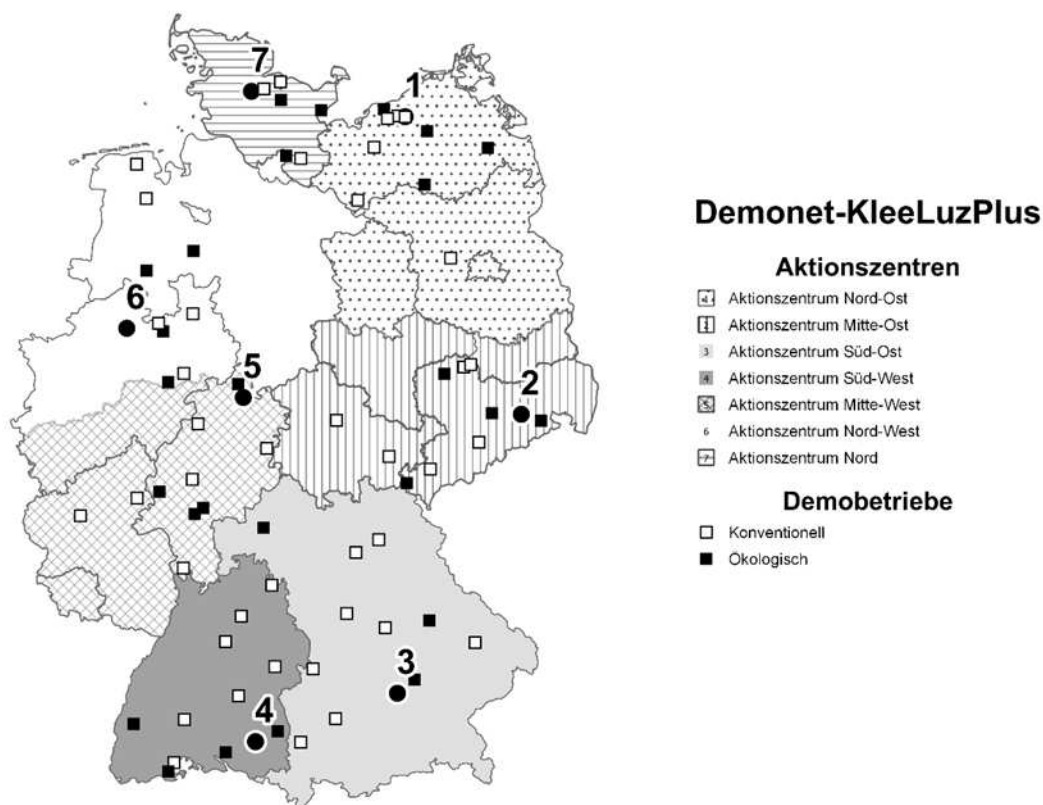


Abb. 1: Verteilung der Demonstrationbetriebe im Demonet-KleeLuzPlus.

1 = Aktionszentrum Nord-Ost, 2 = Aktionszentrum Mitte-Ost, 3 = Aktionszentrum Süd-Ost, 4 = Aktionszentrum Süd-West, 5 = Aktionszentrum Mitte-West, 6 = Aktionszentrum Nord-West, 7 = Aktionszentrum Nord.

Um einen möglichst genauen Überblick über die futterwirtschaftliche Situation auf den Betrieben zu bekommen, werden im Verlauf der Vegetationsperiode mehrere Proben genommen, die Aufschluss über die Qualität der Aufwüchse, die Silierfähigkeit des Materials sowie die Beschaffenheit der fertigen Silagen geben. Die

Beprobung der Futteraufwüchse und Silagen erfolgt über die Betriebsbetreuer bzw. -helfer oder Landwirte im Netzwerk. Die anschließende Analyse der Proben findet im Futtermittel-Labor statt. In diesem Jahr wurden bereits über 400 Proben im gesamten Netzwerk analysiert.

Weitere Informationen zum Netzwerk unter [www.demonet-kleeluzplus.de](http://www.demonet-kleeluzplus.de)

## Förderhinweis

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen der Eiweißpflanzenstrategie.

### Autorenanschrift:

Jule Schättler  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3  
85586 Poing/Grub  
Tel. 089 99141 448, ab November 2020: 08161 8640 7448  
[Jule.Schaettler@lfl.bayern.de](mailto:Jule.Schaettler@lfl.bayern.de)



# Natürliche Futtermittelkonzepte für Ihren Erfolg!

## **Wir bieten:**

- Einen sicheren Arbeitsplatz in einem global tätigen Unternehmen
- Mitarbeit in einer zukunftssträchtigen und expandierenden Branche
- Den Charakter eines StartUps - bei 20 Jahren Markterfahrung
- Vielseitige und eigenständige Aufgabengebiete

## **Wir suchen:**

Produktmanager/in  
Key Account Manager/in

## **Nichts Passendes dabei?**

Kein Problem schicken Sie uns  
einfach Ihre  
Initiativbewerbung!

## Untersuchungen zur Verteilung von Fettgewebe bei wachsenden Fleckviehbullen in Abhängigkeit vom Energiegehalt der Ration

Aniela Honig<sup>1</sup>, Hubert Spiekers<sup>1</sup>, Wilhelm Windisch<sup>2</sup>, Kay-Uwe Götz<sup>3</sup>, Thomas Etle<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub

<sup>2</sup> Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl für Tierernährung, Freising

<sup>3</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierzucht, Poing-Grub

### Einleitung

Das Wachstumspotenzial von Mastbullen der Rasse Fleckvieh wurde in den vergangenen Jahrzehnten durch gezielte Zucht und Fortschritte in Management und Fütterung erheblich gesteigert. Dadurch könnten sich Veränderungen der Schlachtkörperzusammensetzung und der chemischen Zusammensetzung des Gesamtkörpers ergeben, welche neben den gestiegenen Tageszunahmen wiederum zu veränderten Energie- und Nährstoffansprüchen der Tiere führen. Um den Nährstoffansatz, sowie die chemische und grobgewebliche Zusammensetzung von wachsenden Fleckviehbullen der aktuell verfügbaren Genetik einschätzen zu können, wurde ein Fütterungsversuch mit anschließender Stufenschlachtung und Vollzerlegung der Rinderschlachtkörper durchgeführt. Nachfolgend liegt der Fokus auf der Verteilung von Fettgewebe von Fleckviehbullen im Wachstumsverlauf bei Fütterung von Rationen mit unterschiedlichen Energiegehalten.

### Material und Methoden

Der Fütterungsversuch wurde an den Versuchstationen Karolinenfeld und Grub der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) mit 72 männlichen Fleckviehkälbern durchgeführt. Zu Versuchsbeginn hatten die Kälber ein Gewicht von  $80 \pm 6$  kg bei einem Alter von  $42 \pm 9$  Tagen. Ein Teil der Tiere (42 Kälber) war in Tiefstreibuchten in einem Warmstall untergebracht, die übrigen Tiere (30 Kälber) in zwei Tiefstreibuchten in einem Außenklimastall.

Während der sechswöchigen Tränkephase (MAT-Konzentration: 120 g/L) wurde eine Trocken-TMR auf Basis von Kraftfutter (55,7 %), Heu (30,0 %) und Melasse (14,3 %) verfüttert. In der Phase nach dem Absetzen wurde eine TMR mit Maissilage (durchschnittlich 63,6 %), Kraftfutter (30,8 %), Heu (3,7 %) und Melasse (1,9 %), ergänzt mit 110 g Bierhefe je Tier und Tag verfüttert. Die Rohnährstoff- und Energiegehalte der in der Fresseraufzucht eingesetzten Futtermittel sind in Tabelle 1, die Zusammensetzungen der Kraftfuttermischungen während der Tränkephase und nach dem Absetzen in Tabelle 2 dargestellt. Die Ration nach dem Absetzen wurde wöchentlich angepasst und orientierte sich an den Vorgaben der Gruber Tabelle in der Rindermast für Zuwachsraten von 1.300 g/Tag (LfL, 2015).

Für die Mast, beginnend bei einer mittleren Lebendmasse von  $225 \pm 29$  kg, wurden die Tiere in zwei Fütterungsgruppen, „Energie Norm“ mit 11,6 MJ ME/kg TM und „Energie Hoch“ mit 12,4 MJ ME/kg

TM, eingeteilt. Die unterschiedlichen Energiegehalte basierten dabei auf stark abgestuften Kraftfutteranteilen in den Rationen. Die Energie Norm Gruppe erhielt eine TMR aus 80 % Maissilage und 20 % Kraftfutter (Basis TM), die Energie Hoch Gruppe eine TMR aus 40 % Maissilage und 60 % Kraftfutter. Die Roh Nährstoff- und Energiegehalte der in der Mast eingesetzten Futtermittel sind in Tabelle 3, die Zusammensetzungen der Kraftfuttermischungen sind in Tabelle 4 dargestellt.

An Mischproben der Maissilage sowie an den Einzelproben der Kraftfuttermischungen und des MAT wurden nach den Methoden des VDLUFA (2012) die Gehalte an Trockenmasse (TM, Methode 3.1), Rohasche (XA, Methode 8.1), Rohprotein (XP, Methode 4.1.2), Zucker (XZ, Methode 7.7.1) und Neutral-Detergenzien-Faser nach Amylasebehandlung und Veraschung (aNDFom, Methode 6.5.1) ermittelt. Ergänzend hierzu wurden nach den Methoden der EG Verordnung (2009) die Gehalte an Rohfett (XL, Methode 152-H), Rohfaser (XF, Methode 152-I) und Stärke (XS; Methode 152-L) ermittelt. Nach Weißbach und Kuhla (1995) erfolgte bei den Silagen eine Korrektur der Trockenmasse, um die Verluste bei der Ofentrocknung unter Berücksichtigung der Gär säuregehalte zu bestimmen. Die Gehalte an umsetzbarer Energie (ME) wurden aus den Analysenwerten nach derzeit gültigen Vorgaben (GfE 2008; DLG 2011) kalkuliert. Aus den Roh Nährstoff- und Energiegehalten der Einzelkomponenten (Tab. 1 und 3) und den Zusammensetzungen der TMR wurden die Roh Nährstoff- und Energiegehalte der TMR ermittelt.

Während der Fresseraufzucht wurde die Futteraufnahme täglich je Futtergruppe und die Aufnahme an MAT automatisch am Tränkeautomaten erfasst. Während der Mast wurde die tägliche Futteraufnahme tierindividuell mit automatischen Wiegetrögen bestimmt. Die Lebendmassen der Tiere wurden in der Fresseraufzucht alle zwei Wochen und in der Mast alle vier Wochen festgestellt und daraus die Tageszunahmen errechnet. Abschließend wurden die Tiere fünf Schlachtgruppen mit 120 (n=8), 200 (n=10), 400 (n=18), 600 (n=18) und 780 kg (n=18) Mastendgewicht zugeordnet und im Versuchsschlachthaus der LfL in Grub geschlachtet. Neben der Erfassung von Futteraufnahme, Mast- und Schlachtleistung wurde eine Vollzerlegung des Rinderschlachtkörpers nach DLG-Schnittführung (1985) mit darauffolgender Ganzkörperanalyse durchgeführt. Nierentalg, Viszeralfett und Schlachtkörperfett (Auflagefett, intermuskuläres Fett) wurden aus den Tierkörpern mechanisch ausgelöst und separat verwogen, um den Gesamtanteil an Fettgewebe im Bullenkörper zu messen.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programmpaket SAS (Version 9.3, SAS Institut, Cary, NC, USA). In den Tabellen sind die LS Means und die zugehörigen Standardfehler dargestellt. Signifikante ( $p < 0,05$ ) Unterschiede zwischen den Gruppen sind mit unterschiedlichen Hochbuchstaben (SNK-Test) gekennzeichnet. Aufgrund von sehr geringem Fettgewebeanteil wurde ein Tier aus der 780 kg Energie Hoch Gruppe von der Auswertung ausgeschlossen.

**Tab. 1:** Roh Nährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel in der Fresseraufzucht

<b>Futtermittel</b>	<b>TM</b> g/kg	<b>XA</b> g/kg TM	<b>XP</b> g/kg TM	<b>XL</b> g/kg TM	<b>XF</b> g/kg TM	<b>ME</b> MJ/kg TM
Maissilage	438	29	78	43	197	11,6
Heu	852	61	140	20	317	8,5
Bierhefe	928	59	280	25	131	12,4
Melasse	775	209	108	0	0	10,9
Kraftfutter, Tränkeperiode	893	83	162	31	101	12,5
Kraftfutter, nach dem Absetzen	900	103	216	57	112	12,1
Milchaustauscher 120 g/Liter	961	69	210	191	7	16,6

**Tab. 2:** Zusammensetzungen der Kraftfuttermischungen während der Tränkephase und nach dem Absetzen (in %)

Kraftfutterkomponenten	Tränkephase	Nach dem Absetzen
Gerste	31,7	4,0
Körnermais	20,0	23,0
Rapsextraktionsschrot	24,0	46,0
Trockenschnitzel	20,0	20,0
Sojaöl	0,5	2,5
Mineralfutter, 26% Ca, 2% P	3,0	3,5
Kohlensaurer Kalk	0,8	1,0

**Tab. 3:** Rohnährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel in der Mast

Futtermittel	TM g/kg FM	XA g/kg TM	XP g/kg TM	XL g/kg TM	XF g/kg TM	ME MJ/kg TM
Maissilage	359	32	77	34	171	11,8
Kraftfutter Energie Norm	899	154	395	34	123	11,0
Kraftfutter Energie Hoch	895	73	185	36	75	12,8

**Tab. 4:** Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen (in %)

Kraftfutterkomponenten	Energie Norm	Energie Hoch
Weizen	2,6	25,8
Körnermais	0	34,4
Futterharnstoff	2,4	0
Rapsextraktionsschrot	82,1	27,9
Trockenschnitzel	4,7	9,2
Mineralfutter 26% Ca, 2% P	4,1	1,4
Kohlensaurer Kalk, Viehsalz	4,1	1,3

## Ergebnisse und Diskussion

Zwischen der TMR der Versuchsgruppen Energie Norm und Energie Hoch wurde eine energetische Differenzierung von 0,8 MJ ME/kg TM erreicht. Die tägliche Futter- Nährstoff- und Energieaufnahmen von Bullen der Fütterungsgruppen Energie Norm und Energie Hoch sind in Tabelle 5 dargestellt. Insbesondere bei fortgeschrittener Mastdauer (120-780 kg) zeigen sich zum einen die um 600 g/d ( $p < 0,05$ ) höhere tägliche Trockenmasseaufnahme und zum anderen die um 13 MJ ME pro Tag ( $p < 0,05$ ) höhere Energieaufnahme der Energie Hoch Gruppe gegenüber der Energie Norm Gruppe. Beides, wie auch die Unterschiede in den übrigen in Tabelle 5 dargestellten Parametern, resultieren

aus dem höheren Kraftfutteranteil der Energie Hoch gegenüber der Energie Norm Ration. Die täglichen TM und ME Aufnahmen im Gewichtsbereich 120-780 kg entsprechen weitestgehend den Ergebnissen von Etle et al. (2019) bei Verfütterung von TMR mit Energiegehalten von 11,5 und 12,1 MJ ME/kg TM an Fleckvieh-Mastbulen. Geringe Abweichungen entstehen durch den weiter gefassten Gewichtsbereich, der in dem vorliegenden Versuch bereits ab 120 kg, in den Untersuchungen von Etle et al. (2019) jedoch erst ab 233 kg beginnt.

**Tab. 5:** Mittlere tägliche Futter-, Nährstoff-, Energieaufnahmen und Zunahmen von Bullen der Fütterungsgruppen Energie Norm und Energie Hoch in verschiedenen Lebendmassenbereichen

Gewichtsbereich/ Fütterungsgruppe	n	TM kg	XP g	aNDFom g	XS+ XZ g	ME MJ	Zunahme g/d
<b>120-200 kg</b>	64	4,4	647	1465	1475	51,4	1447
<b>120-400 kg</b>							
Energie Norm	27	6,33 <sup>a</sup>	911 <sup>a</sup>	2067 <sup>a</sup>	2114 <sup>a</sup>	74,0 <sup>a</sup>	1649
Energie Hoch	27	6,67 <sup>b</sup>	961 <sup>b</sup>	1813 <sup>b</sup>	2877 <sup>b</sup>	81,8 <sup>b</sup>	1699
SE		0,03	4,39	8,23	38,6	0,39	26,3
<b>120-600 kg</b>							
Energie Norm	18	7,21 <sup>a</sup>	1041 <sup>a</sup>	2360 <sup>a</sup>	2482 <sup>a</sup>	84,1 <sup>a</sup>	1704 <sup>a</sup>
Energie Hoch	18	7,61 <sup>b</sup>	1099 <sup>b</sup>	2014 <sup>b</sup>	3605 <sup>b</sup>	93,7 <sup>b</sup>	1795 <sup>b</sup>
SE		0,03	4,49	8,56	47,3	0,39	28,9
<b>120-780 kg</b>							
Energie Norm	9	7,67 <sup>a</sup>	1105 <sup>a</sup>	2511 <sup>a</sup>	2811 <sup>a</sup>	89,3 <sup>a</sup>	1636
Energie Hoch	9	8,27 <sup>b</sup>	1199 <sup>b</sup>	2153 <sup>b</sup>	4070 <sup>b</sup>	102,2 <sup>b</sup>	1706
SE		0,03	4,49	8,57	66,9	0,38	30,6

Verschiedene Hochbuchstaben innerhalb des Auswertungsbereichs bedeuten signifikante Unterschiede bei  $p < 0,05$

**Tab. 6:** Mittlere Schlachttalter und Endgewichte der Fleckviehbulen nach Schlachtgruppen (Honig et al. 2020)

Schlachtleistung	Gewichtsklasse					SEM
	120 kg	200 kg	400 kg	600 kg	780 kg	
<b>Schlachttalter (d)</b>						
Energie Norm	94	147	271	375	502 <sup>a</sup>	5,50
Energie Hoch			271	366	481 <sup>b</sup>	
<b>Endgewicht (kg)</b>						
Energie Norm	121	200	399	595	777	4,05
Energie Hoch			401	595	784	

Verschiedene Hochbuchstaben innerhalb des Auswertungsbereichs bedeuten signifikante Unterschiede bei  $p < 0,05$

Hinsichtlich der mittleren täglichen Zunahmen konnte im Gewichtsbereich 120-600 kg Lebendmasse ein signifikanter Unterschied von 91 g/Tag zwischen den Fütterungsgruppen festgestellt werden (Tab. 6). Über den gesamten Mastzeitraum (120-780 kg) ergab sich ein numerischer Unterschied von 70 g/Tag zwischen den Fütterungsgruppen. Dies deckt sich mit den Beobachtungen von vorangegangenen Untersuchungen, in denen im Gewichtsbereich 233-770 kg ein numerischer Unterschied von 65 g/Tag zwischen den Tiergruppen mit normal- und hochenergetischer Ration festgestellt werden konnte (Ettle et al. 2019). Bezogen auf das Schlachttalter der Tiere (Tab. 6) zeigten sich bei einem Endgewicht von 400 kg keine Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen. Bei Schlachtung mit 600 kg konnte ein numerischer Unterschied von 9 Tagen vermerkt werden und bei Schlachtung mit 780 kg ein signifikanter ( $p < 0,05$ ) Unterschied von 21 Tagen.

Im Wachstumsverlauf der Fleckviehbullen zeigte sich eine Zunahme des Gesamtfettgewebes, sowie der einzelnen Fettgewebe Nierentalg, Viszeralfett und Schlachtkörperfett (Tab. 7). Ab einem Endgewicht von 200 kg nahm das Schlachtkörperfett gegenüber Viszeralfett und Nierentalg den überwiegenden Anteil am Fettgewebe der Ganzkörper ein. Zwischen den Fütterungsgruppen Energie Norm und Energie Hoch wurde ein signifikanter ( $p < 0,05$ ) Unterschied des Viszeralfettanteils in der 780 kg Gewichtsklasse beobachtet. Bei den Anteilen von Nierentalg und Viszeralfett, sowie beim gesamten Fettanteil im Tierkörper konnten keine Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen in der jeweiligen Gewichtsklasse festgestellt werden. Weitere Informationen zur Qualität der Schlachtkörper sind Honig et al. (2020) zu entnehmen.

**Tab. 7:** Mittlerer Anteil (%) der Fettgewebe am Ganzkörper wachsender Fleckviehbullen der Fütterungsgruppen Energie Norm und Energie Hoch in verschiedenen Gewichtsklassen

Fettgewebe	Gewichtsklasse					SEM
	120 kg	200 kg	400 kg	600 kg	780 kg	
<b>Nierentalg</b>						
Energie Norm	0,4 <sup>Aa</sup>	0,7 <sup>Aa</sup>	1,1 <sup>B</sup>	1,6 <sup>C</sup>	2,2 <sup>D</sup>	0,10
Energie Hoch			1,1 <sup>b</sup>	1,7 <sup>c</sup>	2,2 <sup>d</sup>	
<b>Viszeralfett</b>						
Energie Norm	1,3 <sup>Aa</sup>	2,0 <sup>Ba</sup>	2,7 <sup>C</sup>	3,6 <sup>D</sup>	4,9 <sup>E</sup>	0,18
Energie Hoch			2,9 <sup>b</sup>	4,0 <sup>c</sup>	5,6 <sup>d*</sup>	
<b>Schlachtkörperfett</b>						
Energie Norm	1,4 <sup>Aa</sup>	3,2 <sup>Bb</sup>	5,1 <sup>C</sup>	7,3 <sup>D</sup>	10,3 <sup>E</sup>	0,30
Energie Hoch			5,3 <sup>c</sup>	7,8 <sup>d</sup>	9,8 <sup>e</sup>	
<b>Ganzkörperfett</b>						
Energie Norm	3,1 <sup>Aa</sup>	5,9 <sup>Bb</sup>	9,0 <sup>C</sup>	12,4 <sup>D</sup>	17,4 <sup>E</sup>	0,50
Energie Hoch			9,4 <sup>c</sup>	13,5 <sup>d</sup>	17,6 <sup>e</sup>	

<sup>A,B</sup> Vergleich der Gewichtskategorien innerhalb der Fütterungsgruppe Energie Norm

<sup>a,b</sup> Vergleich der Gewichtskategorien innerhalb der Fütterungsgruppe Energie Hoch

Signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen sind mit \* gekennzeichnet

Die mittleren Anteile an Viszeral-, Schlachtkörper- und Ganzkörperfett entsprechen weitestgehend den Ergebnissen früherer Studien. Otto et al. (1994) beobachteten in ihrer Studie einen Viszeralfettanteil (Viszeralfett inklusive Nierentalg) von 2,0 % bei 200 kg Endgewicht und 4,6 % bei 650 kg Endgewicht. In Studien von Augustini et al. (1992) zeigte sich bei der niedrigsten und höchsten

Gewichtsgruppe ein Schlachtkörperfettanteil von 3,8 % bei 200 kg und 9,0 % bei 650 kg Endgewicht. Hinsichtlich des Ganzkörperfettanteils wurden Ergebnisse von 5,8 % bei 200 kg und 13,8 % bei 650 kg Endgewicht beschrieben, welche sich ebenfalls in den Ergebnissen der vorliegenden Studie widerspiegeln (Augustini et al., 1992; Otto et al., 1994).

## Schlussfolgerungen

Eine Steigerung im Energiegehalt der TMR für Fleckviehbullen von 11,6 auf 12,4 MJ ME/kg TM führte zu nominal gesteigerten Zuwachsleistungen und einem höheren Viszeralfettanteil bei 780 kg Endgewicht. Der Fettgehalt im Schlachtkörper wurde nicht beeinflusst. Stärkere Effekte auf die Leistung sind nur dann zu erwarten, wenn die Energiekonzentration der TMR deutlichere Auswirkungen auf die Futteraufnahme hat. Aus den weiteren Auswertungen zu den Ganzkörpern sind Informationen zu den Fett-, Protein- und Mineralstoffgehalten zu erwarten.

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 727213 (GenTORE)

## Literaturverzeichnis

- Augustini, C., Branscheid, W., Schwarz, F. J., Kirchgeßner, M., 1992: Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 2. Einfluß von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Jungbullenschlachtkörpern. *Fleischwirtschaft* 72 (12), 1706-1711.
- DLG, 1985: DLG-Schnittführung für die Zerlegung der Schlachtkörper von Rind, Kalb, Schwein und Schaf, Frankfurt a. M.
- DLG Arbeitskreises Futter und Fütterung, 2011: Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung; [www.futtermittel.net](http://www.futtermittel.net)
- EG Verordnung Nr. 152, 2009 Der Kommission vom 27. Januar 2009 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Untersuchung von Futtermitteln. *Amtsblatt der Europäischen Union*, L54, 1-130.
- Ettle, T., Obermaier, A., Heim, M., 2019: Untersuchungen zur Bullenmast mit Braunvieh und Fleckvieh bei unterschiedlicher Energiedichte der Ration. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 88-91.
- GfE, 2008: New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc.Soc.Nutr.Physiol.* 17, 1991-197
- Honig, A. C., Inhuber, V., Spiekers, H., Windisch, W., Götz, K.-U., Ettle, T., 2020: Influence of dietary energy concentration and body weight at slaughter on carcass tissue composition and beef cuts of modern type Fleckvieh (German Simmental) bulls. *Meat Science* 169.
- LfL, 2015: Gruber Tabellen zur Fütterung in der Rindermast. LfL- Information, 19. Auflage, Freising
- Otto, R., Heindl, U., Augustini, C., Schwarz, F. J., Reimann, W., Kirchgeßner, M., 1994: Schlachttierabgang bei Jungbullen, Färsen und Ochsen in Abhängigkeit von Mastendmasse und Fütterungsintensität. *Fleischwirtschaft* 74 (7), 779-783.
- VDLUFA, 2012: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Weißbach und Kuhla, 1995: Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter – entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. *Übersichten zur Tierernährung* 23, 189-214



### **Autorenanschrift**

Aniela Honig und Dr. Thomas Etle  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)  
Prof.-Dürrwachter-Platz 3  
D-85586 Poing-Grub  
Email: Aniela.Honig@lfl.bayern.de; Tel. 089 99141 422; ab November 2020: 08161 8640 7422  
Email: Thomas.Etle@lfl.bayern.de; Tel. 089 99141 411; ab November 2020: 08161 8640 7411





 @Alltech

## Einfluss von pansengeschütztem Lysin in einer proteinreduzierten Ration auf die Mast- und Schlachtleistung wachsender Mastbullen

**Florian Riepl<sup>1</sup>, Sylvia Kuenz<sup>2</sup>, Daniel Brugger<sup>3</sup>, Vivienne Inhuber<sup>1</sup>, Wilhelm Windisch<sup>2</sup>, Hubert Spiekers<sup>1</sup>, Thomas Ettle<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Bayerische Landesanstalt für  
Landwirtschaft, Poing-Grub

<sup>2</sup> Lehrstuhl für Tierernährung, Technische Universität München

<sup>3</sup> Institut für Tierernährung, Universität Zürich

### Einleitung

Der Beitrag der Landwirtschaft zum anthropogenen Klimawandel ist unumstritten. Um Nährstoffeintragungen aus der Rinderhaltung in Ökosysteme zu reduzieren, ist eine Verringerung der Rohproteinkonzentration (XP) der Ration bei gleichzeitiger Verbesserung der Proteinqualität eine geeignete Methode. Die Proteinqualität in der Wiederkäuerfütterung kann beispielsweise durch die Zugabe einzelner pansengeschützter (pg) Aminosäuren (AS) verbessert werden. Für dieses Konzept ist allerdings detailliertes Wissen über den spezifischen AS-Bedarf erforderlich. In der Literatur gibt es einige Hinweise darauf, dass Lysin und Methionin die erstlimitierenden Aminosäuren bei Milchkühen sind (Broderick et al. 1974; Rogers et al. 1987). Vor allem in maisbasierten Rationen scheint zudem auch Lysin eine limitierende Wirkung zu haben (Hill et al. 1980). Die Datenlage bei wachsenden Mastrindern ist allerdings noch sehr gering. In einem vorangegangenen Versuch dieser Arbeitsgruppe konnte die erstlimitierende Wirkung von Methionin in wachsenden Mastbullen nicht nachgewiesen werden (Inhuber et al. 2020). Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Studie untersucht, ob die Zulage von pg Lysin in einer proteinreduzierten Ration einen positiven Effekt auf die Mast- und Schlachtleistung junger Fleckviehbullen hat.

### Material und Methoden

Für vorliegenden Fütterungsversuch wurden 67 Fleckviehbullen mit einem durchschnittlichen Alter von 156 Tagen und 223 kg Lebendgewicht eingestallt. Die Tiere wurden in einem randomisierten Design zufällig drei Versuchsgruppen zugeordnet. Als Kontrollgruppe (n=22) diente eine Ration mit einem bedarfsorientierten Gehalt an XP (14% XP in der TM). In der zweiten Ration (n = 22) wurde das XP reduziert (11% XP in der TM). In der dritten Ration (n=23) wurde ebenso der Gehalt an XP auf 11% TM abgesenkt und zusätzlich pg Lysin (0,42% TM) ergänzt. Alle Diäten waren isoenergetisch (11,6 MJ ME/kg TM) formuliert. Zudem enthielten die XP- reduzierten Rationen pg Methionin (0,11% TM), um einen möglichen Methionineffekt auszuschließen. In Tabelle 1 sind die Komponenten der drei Versuchsrationen dargestellt.

Tabelle 1: Zusammensetzung (% i. d. TM) der drei Versuchsrationen

Futtermittel (Anteil i. d. TM)		Kontrolle	XP reduziert	XP reduziert + Lys
Rapsextraktionsschrot	%	15,48	4,08	3,66
Zuckerrübenschnitzel	%	9,85	21,11	21,11
Rapsöl	%	0,66	0,69	0,69
PG Methionin	%	---	0,11	0,11
PG Lysin	%	---	---	0,42
Maissilage	%		42,23	
Maiskornsilage	%		14,08	
Körnermais	%		14,08	
Stroh	%		1,42	
Calciumcarbonat	%		0,70	
Viehsalz	%		0,14	
Futterharnstoff	%		0,56	
Mineralfutter	%		0,80	

An Tag 1 wurde das Lebendgewicht der Tiere ermittelt und die Tiere aufgrund ihres Fleischwertes, dem Basic Gewicht und der Futteraufnahme den Versuchsgruppen zugeteilt. Die Versuchsration stand dann den Tieren ad libitum zur Verfügung. Die Futtermenge wurde täglich erfasst. Ab Tag 63 wurde wöchentlich eine gleichmäßige Anzahl von Tieren aus den Gruppen für die Schlachtung ausgewählt. Zusätzlich wurde am Schlachttag das Stallendgewicht erhoben. Darüber hinaus wurden die durchschnittlichen täglichen Zunahmen berechnet.

Die Schlachtung erfolgte im Versuchsschlachthaus der LfL in Grub. Unmittelbar vor der Schlachtung wurde das finale Lebendgewicht erhoben. Zusätzlich wurde das Schlachtgewicht, das Gewicht des Nierenfetts, der Keulenumfang, sowie die Fläche zwischen der 8. und 9. Rippe erhoben. Die Ausschachtung wurde anhand der Schlachtdaten berechnet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.4 (SAS Institute Inc.). Signifikante Gruppenunterschiede ( $p < 0,05$ ) wurden mit Hilfe des Student-Newman-Keuls Test untersucht und mit unterschiedlichen Hochbuchstaben in den Ergebnistabellen gekennzeichnet.

## Ergebnisse und Diskussion

Die XP- Mangelgruppen, wiesen gegenüber der Kontrollration durchweg eine niedrigere Leistung auf (Tabelle 2). Das Mastendgewicht, die Gesamtzunahme, tägliche Zunahmen und die durchschnittliche tägliche TM- Aufnahme waren in der Kontrollgruppe signifikant höher als in den XP Mangelgruppen. Ebenso war die Futtermittelverwertung mit 4,77 kg bzw. 4,57 kg Futter pro kg Lebendmassezuwachs in den Mangelgruppen signifikant höher. Zwischen den XP- reduzierten Gruppen, konnte bei den meisten in Tabelle 2 dargestellten Parametern kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Allerdings ist hier ein Trend zu erkennen. Tiere, deren Ration zusätzlich pg Lysin enthielt, wiesen nominal ( $P < 0,1$ ) höhere Mastendgewichte, Gesamtzunahmen und tägliche Zunahmen auf, als Tiere,

die kein zusätzliches Lysin erhielten. Bei der täglichen Futteraufnahme lagen Bullen aus der Lysin-Gruppe mit durchschnittlich 370 g TM/Tag signifikant über dem Niveau der Tiere mit XP-reduziertem Futter ohne Lysinzusatz.

Tabelle 2: Durchschnittliches Mastendgewicht (kg), Gesamtzunahme (kg) während des Versuchszeitraums, durchschnittliche tägliche Zunahme (g/Tag), durchschnittliche tägliche TM-Aufnahme (g/Tag), sowie die daraus errechnete Futtermittelverwertung (kg/kg) für die drei Versuchsgruppen

		Kontrolle	XP reduziert	XP reduziert + Lys
Mastendgewicht	kg	385 <sup>a</sup>	346 <sup>b</sup>	358 <sup>b</sup>
Gesamtzunahme	kg	162 <sup>a</sup>	122 <sup>b</sup>	134 <sup>b</sup>
Zunahme	g/Tag	1837 <sup>a</sup>	1372 <sup>b</sup>	1487 <sup>b</sup>
TM- Aufnahme	kg/Tag	7,42 <sup>a</sup>	6,43 <sup>c</sup>	6,80 <sup>b</sup>
Futtermittelverwertung	kg/kg	4,02 <sup>b</sup>	4,77 <sup>a</sup>	4,57 <sup>a</sup>

Unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede der Gruppenmittelwerte bei  $p < 0,05$

Bei der Schlachtleistung war die Kontrollgruppe gegenüber den proteinreduzierten Gruppen zwar im Vorteil, allerdings nicht so ausgeprägt wie bei der Mastleistung. Das Schlachtgewicht war bei Kontrollgruppe signifikant höher. Am zweitbesten schnitt hier die Lysin-ergänzte Gruppe ab. Diese war signifikant besser als die XP reduzierte Gruppe. Die Ausschachtung hingegen lag in allen drei Gruppen auf gleichem Niveau. Interessanterweise wies die Lysin-Gruppe signifikant ( $p < 0,02$ ) mehr Nierenfett auf. Die XP reduzierte Gruppe hatte am wenigsten Nierenfett. Dies könnte durch reduzierte Energiezufuhr aufgrund der erniedrigten Futteraufnahme hervorgerufen worden sein. Bei den Parametern Keulenumfang und Fläche zwischen 8. und 9. Rippe neigte die Lysin-Gruppe zu besseren Werten ( $p < 0,12$  bzw.  $0,74$ ). Die Kontrollgruppe schnitt aber auch hier wieder signifikant besser ab als die beiden XP-Mangelgruppen.

Tabelle 3: Schlachtleistung der Versuchsgruppen

		Kontrolle	XP reduziert	XP reduziert + Lys
Schlachtgewicht	kg	210 <sup>a</sup>	187 <sup>c</sup>	196 <sup>b</sup>
Ausschachtung	%	55,0	54,9	55,3
Nierenfett	kg	4,65 <sup>a</sup>	4,00 <sup>b</sup>	4,89 <sup>a</sup>
Keulenumfang	cm	102 <sup>a</sup>	99,0 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>
Fläche zw. 8. und 9. Rippe	cm <sup>2</sup>	47,5 <sup>a</sup>	41,6 <sup>b</sup>	42,5 <sup>b</sup>

Unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede der Gruppenmittelwerte bei  $p < 0,05$

In einer vorangegangenen Studie in diesem Projekt wurde der Effekt von pg Methionin auf die Wachstumsleistung von wachsenden Mastbullen untersucht. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass Methionin unter diesen Umständen keine positive Wirkung auf die Wachstumsleistung wachsender Mastbullen hat (Inhuber et al. 2020). In vorliegender Studie wurde ähnlich vorgegangen, wie im

Fütterungsversuch von Inhuber et al. 2020. In vorliegender Studie konnte festgestellt werden, dass durch Zugabe von Lysin zu einer XP- reduzierten Diät die TM- Aufnahme sowie das Schlachtgewicht signifikant verbessert wurde. Ähnliches findet sich ebenfalls in der Literatur. Klemesrud et al. (2000) konnten zeigen, dass Lysin die Wachstumsleistung besonders in der frühen Mastperiode verbessert. Bei der Zugabe von Methionin konnten die Autoren hingegen ebenfalls keinen signifikanten Effekt feststellen. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass in vorliegender Untersuchung die XP-Gehalte nicht so stark abgesenkt wurden wie in der Untersuchung von Inhuber et al. (2020) und das auch der gewählte Gewichtsbereich der Bullen nicht ganz deckungsgleich zu den angeführten Untersuchungen war.

## Schlussfolgerung

Durch Zusatz von pg Lysin zu einer maisbetonten Ration mit stark abgesenktem Gehalt an Rohprotein konnte der Leistungseinbruch von Mastbullen teilweise behoben werden. Dies deutet darauf hin, dass Lysin unter den gegebenen Fütterungsbedingungen für Mastbullen eine erstlimitierende Aminosäure darstellt. Damit könnte es künftig möglich sein, durch gezielte Senkung des XP-Gehalts des Futters und Zulage von pg Lysin die Effizienz der Transformation des Stickstoffs vom Futter in das Wachstum der Tiere zu verbessern und gleichzeitig die N-Emissionen aus der Rindermast weiter zu reduzieren. Hierzu sind allerdings weiterführende Studien erforderlich, um das tragfähige Ausmaß der Reduzierung des XP-Gehalts im Futter und die Zulage an pg Lysin quantitativ zu optimieren.

## Literaturverzeichnis

- Broderick, G. A.; Satter, L. D.; Harper, A. E. (1974): Use of Plasma Amino Acid Concentration to Identify Limiting Amino Acids for Milk Production. In: Journal of dairy science 57 (9), S. 1015–1023.
- Hill, G. M.; Boling, J. A.; Bradley, N. W. (1980): Postruminal Lysine and Methionine Infusion in Steers Fed a Urea-Supplemented Diet Adequate in Sulfur. In: Journal of dairy science 63 (8), S. 1242–1247.
- Inhuber, V.; Windisch, W.; Spiekers, H.; Etlé, T. (2020): Effect of supplemental rumen-protected methionine on growth and slaughter performance on Fleckvieh bulls for fattening at crude protein deficit. In: Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 29, S. 47.
- Klemesrud, M. J.; Klopstein, T. J.; Stock, R. A.; Lewis, A. J.; Herold, D. W. (2000): Effect of dietary concentration of metabolizable lysine on finishing cattle performance. In: Journal of animal science 78 (4), S. 1060–1066.
- Rogers, J. A.; Krishnamoorthy, U.; Sniffen, C. J. (1987): Plasma Amino Acids and Milk Protein Production by Cows Fed Rumen-Protected Methionine and Lysine. In: Journal of dairy science 70 (4), S. 789–798.

### Autorenanschrift:

Florian Riepl  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Prof.- Dürrwächter Platz 3  
85586 Grub-Poing  
Tel: 08161- 71 3403  
florian.riep@tum.de  
florian.riep@fl.bayern.de



**We create  
chemistry**

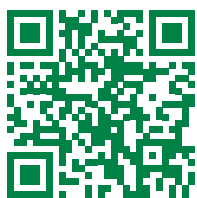
**BASF**

We create chemistry

**that makes phytase love  
challenging environments.**

## Natuphos® E

- Novel hybrid 6-phytase of bacterial origin
- Unprecedented overall enzyme stability
- Outstanding economic and environmental benefits



Check here for  
more information.

By using Natuphos® E, you benefit from our experience in pioneering research. Our totally new hybrid 6-phytase is the most stable phytase in challenging environments – no matter whether in the animal's stomach or gut, during pelleting processes, or stored on a container ship. You can reach a new level of efficiency while saving more resources and costs. It's because at BASF, we create chemistry.

[www.animal-nutrition.basf.com](http://www.animal-nutrition.basf.com)

**natuphos® E**

**EFFICIENT BY EXPERIENCE**

hybrid 6-phytase



Note: National regulations may vary and need to be considered prior to product use.

## Einfluss einer gestaffelten ruminalen N-Bilanz auf Futtermittelaufnahme und Milchleistung von Braunvieh- und Fleckviehkühen

T. Ettle<sup>1</sup>, A. Obermaier<sup>1</sup>, H. Schuster<sup>1</sup>, G. Hammerl<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub

<sup>2</sup> Bayerische Staatsgüter (BaySG), Versuchs- und Bildungszentrum für Rinderfütterung Achselschwang

### Einleitung

In der bayerischen Rinderfütterung (wachsende Rinder, Mutterkühe) wird zum Teil noch mit starken Rohprotein-(XP)-überhängen bzw. mit einer stark positiven ruminalen N-Bilanz (Milchkühe) der Rationen gearbeitet. Dies bedingt zunächst einen hohen Einsatz von Proteinkonzentraten, häufig in Form von importiertem Sojaextraktionsschrot. In Abhängigkeit der jeweiligen Kostenlage für Proteinträger folgen daraus Mehrkosten für den Landwirt. Andererseits ist davon auszugehen, dass das gefütterte Rohprotein nur unzureichend für die Milchbildung genutzt wird und die N-Ausscheidungen insbesondere über den Harnstoff im Harn ansteigen. Am Versuchsgut Achselschwang wurde daher ein Fütterungsversuch mit Milchkühen durchgeführt um zu überprüfen, welche Auswirkungen ein positive RNB in Rationen hochleistender Milchkühe auf Leistungs- und Umweltkriterien hat.

### Material und Methoden

Der Versuch wurde mit 48 Milchkühen der Rassen Fleckvieh (27) und Braunvieh (21) über einen Zeitraum von 12 Wochen hinweg durchgeführt. Zu Versuchsbeginn befanden sich die Kühe im Mittel am 109.±49 Laktationstag der 3. Laktation. Die Kühe wurden unter Berücksichtigung von Rasse, Laktationsnummer, Laktationsstand und Leistungskriterien, die in einer 2-wöchigen Vorperiode erhoben wurden, auf 3 Fütterungsgruppen aufgeteilt. In der ersten Gruppe wurde eine Teilmischration mit einem kalkulierten nXP Gehalt von 14,8 % der TM bei ausgeglichener ruminaler N-Bilanz (RNB) und einem Energiegehalt von 6,7 MJ NEL/kg TM gefüttert. Der Milcherzeugungswert dieser Ration lag bei einer angenommenen Futtermittelaufnahme von 21,7 kg TM/Tag bei 31 kg Tag. In den Gruppen 2 und 3 wurde diese Ration stufenweise mit Futterharnstoff in Form einer Vormischung ergänzt, so dass die XP-Gehalte auf 15,7 bzw. 16,6 % der TM angehoben wurden. Für Milchleistungen über 31 kg/Tag wurde Leistungskraftfutter am Abrufautomaten (0,5 kg/kg Milch) angeboten.

Die Kühe wurden in einem Offenfrontstall mit Liegeboxen gehalten. Die Futtermittelaufnahme wurde tierindividuell über Wiegetröge gemessen. Die Milchleistung wurde täglich erfasst, Milchproben wurden einmal je Woche vom Morgen- und Abendgemelk eines Tages gezogen. Die Körperkondition wurde zu Versuchsbeginn, Versuchsmitte und zu Versuchsende erfasst. Dabei wurde der Body Condition Score (BCS) auf einer 5-stufigen Skala nach den Angaben von Edmonson et al. (1989) und Jilg und Weinberg (1998) beurteilt. Die Rückenfettdicke (RFD) wurde mit einem Ultraschallgerät (Tringa Linear Vet, Esaote Europe BV, Maastricht, Niederlande) nach der Methode von Staufenbiel

(1992) gemessen. Zusätzlich wurden die Kühe zu Versuchsbeginn, zur Mitte des Versuches und zum Versuchsende gewogen. Die Erfassung der täglichen Wiederkaudauer erfolgte mit dem System SCR *Heatime*® HR.

Von den Kraft- und Grobfuttermitteln wurden monatliche Mischproben erstellt, an denen die Rohrnährstoffgehalte nach Standardmethoden (VDLUFA, 2012) bestimmt wurden. Die Energiegehalte der Futtermittel wurden nach den Vorgaben der GfE (2008) und DLG (2011) bestimmt. Die Rohrnährstoff- und Energiegehalte der TMR wurden aus den Analysenwerten der Einzelkomponenten und den über den Mischwagen erfassten tatsächlich täglich eingewogenen Mengen errechnet.

Tabelle 1: Zusammensetzung (% der TM) und kalkulierte Energie- und Rohrnährstoffgehalte der Teilmischrationen

	Ration		
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Grassilage	38,1	37,9	37,8
Maissilage	25,4	25,3	25,2
Heu	3,88	3,86	3,85
Stroh	1,89	1,88	1,88
Krafftutter	30,0	29,9	29,7
Mineral/ Viehsalz/ CaCO <sub>3</sub>	0,78	0,64	0,51
Futterharnstoffergänzer	0,00	0,55	1,10
Inhaltsstoff (Rationsplanung)			
NEL, MJ/kg TM	6,7	6,7	6,6
XP, g/kg TM	148	157	166
nXP, g/kg TM	148	147	147
RNB, g/kg TM	0	1,6	3,0
XS+ XZ, g/kg TM	253	252	251
aNDFom, g/kg TM	384	382	381
aNDF Grobfutter, g/kg TM	333	329	328

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikpaket SAS (Version 9.2, SAS Institut, Cary, NC, USA) unter Verwendung der Prozedur „GLM“ mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse. In den Tabellen sind die Gruppenmittelwerte und der gepoolte Standardfehler angegeben.

## Ergebnisse und Diskussion

Die tägliche Futtermittelaufnahme lag im Durchschnitt aller Gruppen mit knapp 25 kg TM/Tag auf einem hohen Niveau (Tabelle 2), es ergaben sich keine absicherbaren Gruppenunterschiede. Vergleichbare Ergebnisse finden sich bei Engelhard et al. (2019) und Engelhard und Meyer (2018) nach Absenkung der RNB der Ration bei allerdings höheren nXP-Gehalten als in vorliegendem Versuch. Während die täglichen Aufnahmen an nutzbarem Rohprotein (nXP) und Energie (NEL) in vorliegender Untersuchung zwischen den Gruppen vergleichbar waren, stieg die tägliche Aufnahme an Rohprotein dagegen von der ersten auf die dritte Fütterungsgruppe von 3566 bis auf 4041 g/Tag deutlich an. Die RNB betrug in den Gruppen 1 bis drei -14,2, +14,1 und +44,2 g/Tag.



In vorliegendem Versuch ergaben sich zwischen den Fütterungsgruppen nur geringe Unterschiede in der täglichen Milchleistung (Tabelle 3). In einer Untersuchung von Engelhard et al. (2016) sank die tägliche Milchleistung dagegen signifikant von 44,1 auf 41,1 kg/d, nachdem der XP-Gehalt der Ration von 16,3 auf 14,4 % der TM reduziert wurde. Allerdings wurde in diesem Versuch zeitgleich der nXP-Gehalt der Ration von 16,0 auf 15,3 % der TM abgesenkt. In einem weiteren Versuch, in dem der XP-Gehalt bei gleichbleibendem nXP-Gehalt weniger stark abgesenkt wurde, beobachteten die Autoren keinen Effekt auf die Milchleistung. In vorliegendem Versuch lagen die Gehalte an nXP mit etwa 150 g/kg TM in einem eher niedrigen Bereich. Dementsprechend war der nXP-Bedarf vor allem zu Versuchsbeginn rechnerisch nicht voll gedeckt, was die unterschiedlichen Effekte im Vergleich zu der Untersuchung von Engelhard et al. (2016) erklären könnte. Andererseits ergab sich auch in einem Versuch von Pries et al. (2018) eine deutliche Minderung der Milchleistung nach Reduktion des XP-Gehaltes der Ration von 16,8 auf 14,7 % der TM, wobei die nXP-Gehalte der Ration mit 15 % der TM dem Niveau in vorliegendem Versuch vergleichbar waren. Neben dem Leistungsniveau und der Höhe der Futtermittel- und Milchleistung sind die Wahl der Rationskomponenten und die Rationsgestaltung und damit einhergehend die Einschätzung der tatsächlichen nXP-Versorgung als ursächlich für unterschiedliche Versuchsergebnisse zu diskutieren.

Tabelle 2: Einfluss der RNB der Ration auf die Futter- und Nährstoffaufnahme von Milchkühen

	Versuchsgruppe			P-Wert	s.e.
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3		
TM-Aufnahme, kg/d	24,4	24,9	25,3	0,664	0,7
NEL-Aufnahme, MJ/d	166	168	171	0,784	5,03
XP-Aufnahme, g/d	3.566 <sup>b</sup>	3.804 <sup>ab</sup>	4.041 <sup>a</sup>	0,0141	109
nXP-Aufnahme, g/d	3.655	3.716	3.765	0,783	110
RNB, g/Tag	-14,2 <sup>c</sup>	14,1 <sup>b</sup>	44,2 <sup>a</sup>	<0,0001	0,79
XP, g/kg TM	146	153	160		
nXP, g/kg TM	150	149	149		

a,b) Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben unterscheiden sich signifikant

Der Milchfett- und Milcheiweißgehalt und die tägliche Milcheiweißleistung waren nicht durch die Fütterung beeinflusst. Sehr stark spiegelt sich die unterschiedliche RNB der Rationen hingegen im Milchnitrogengehalt wider. Dieser lag in den Gruppen 2 und 3 um rund 50 und 70 mg/l höher als in der Gruppe 1 (Standardanalyse). Auffallend ist, dass sich die Milchnitrogengehalte in Bezug auf die beiden Analysenverfahren im Gruppenmittel kaum unterscheiden, lediglich die Varianz ist bei der Referenzmethode sichtbar niedriger als bei der IR-Methode. Stellt man jedoch die Wertepaare der einzelnen Messungen gegenüber, ergibt sich mit einem  $R^2$  von 0,4 kaum eine Beziehung. Bei den Untersuchungen von Jilg et al. (2018) an verschiedenen Standorten zeigten sich Bestimmtheitsmaße von 0,5 bis 0,67. Die aktuellen Untersuchungen bestätigen die Aussage von Jilg et al. (2018), dass die über IR-Spektroskopie ermittelten Milchnitrogengehalte für die Einzelkuh nicht zur Beurteilung der Fütterungssituation genutzt werden sollten.

Tabelle 3: Einfluss der RNB der Ration auf Milchleistungskriterien von Milchkühen

	Versuchsgruppe			P-Wert	s.e.
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3		
Milch, kg/Tag	35,6	36,3	36,8	0,838	1,465
Fett, %	4,12	4,15	4,13	0,993	0,126
Eiweiß, %	3,62	3,66	3,64	0,803	0,038
Harnst (IR*), mg/l	201 <sup>b</sup>	253 <sup>a</sup>	272 <sup>a</sup>	<0,0001	9,34
Harnst (Ch**), mg/l	200 <sup>c</sup>	250 <sup>b</sup>	280 <sup>a</sup>	<0,0001	4,99
ECM, kg/Tag	36,5	37,3	37,8	0,749	1,2
Eiweiß, kg/Tag	1,28	1,33	1,34	0,679	0,05

\*IR-Spektroskopie (Infrarotabsorption)

\*\* Referenzmethode

Die Auswirkungen der RNB auf die N-Ausscheidung und den N-Aufwand/kg Milch sind sehr deutlich (Tabelle 4). Die N-Ausscheidung wurde in Anlehnung an das Vorgehen der DLG (2014) kalkuliert, indem der N-Aufnahme über das Futter die N-Abgabe über die Milch gegenüber gestellt wurde. Im Versuchszeitraum wurden die täglichen N-Ausscheidungen demnach in Gruppe 1 gegenüber Gruppe 2 und 3 um 6 bzw. 15 % verringert. Dieser Effekt wurde dabei maßgeblich über die verminderte N-Aufnahme erzielt. Ähnliche Ergebnisse finden sich auch bei Engelhard und Meyer (2018). Die Kühe befanden sich im vorliegenden Versuch im 2. Laktationsdrittel.

Die Differenz in der N-Ausscheidung beträgt hochgerechnet auf 320 Laktationstage im Jahr 9 kg N/Kuh und Jahr von Gruppe 1 zu Gruppe 2 und von Gruppe 2 zu 3 weitere 12 kg N. Bei einem Kuhbesatz von 1,3 Kühen je ha sind dies zwischen Gruppe 1 und 3 27 kg N. Die Differenz in der N-Ausscheidung dürfte sich in erster Linie auf die N-Ausscheidung im Harn auswirken und hier in erster Linie auf den Wert an Harnstoff. Dies wirkt sich stark auf die mögliche Ausgasung an Ammoniak aus. Nach Sajeev et al. (2018) führt eine Minderung der Rohproteingehalte um 1 % - Punkt in der Trockenmasse zu einer Minderung der Ammoniakemission um 17 %. Bei 1,4 %-Punkten Differenz zwischen Gruppe 1 und 3 sind dies 24 % Minderung der zu erwartenden NH<sub>3</sub>-Emissionen im Stall.

Als weitere Maßzahl zur Einschätzung der Effizienz eines Betriebes bezüglich der XP-Versorgung der Milchkuh wird der Aufwand an Rohprotein je kg Milch diskutiert. Innerhalb des Versuchszeitraums betrug diese in den Gruppen 1 bis 3 102, 106 und 113 g/kg.

Von Spiekers und Obermaier (2007) wurde als weitere Möglichkeit der Abschätzung der N-Ausscheidungen über Milchwahnhstoffgehalt, Milchproteingehalt und Milchmenge eine Gleichung von Bannink, und Hindle (2003) dargestellt und evaluiert. Der Vergleich der gemessenen (N-Aufnahme – N-Abgabe über die Milch) mit der über die Gleichung ermittelten N-Ausscheidung auf Basis von Einzeltierdaten aus einem Fütterungsversuch erbrachte mit  $R^2 = 0,695$  eine weitgehende Übereinstimmung. Für den vorliegenden Versuch ergibt sich für den Vergleich der nach den beiden Methoden ermittelten N-Ausscheidungen eine wesentlich geringere Übereinstimmung (Abbildung 1). Eine mögliche Ursache ist die geringere Bandbreite der Milchwahnhstoffgehalte bei den einzelnen Kühen in vorliegender Untersuchung. In der Konsequenz empfiehlt sich die Ableitung der N-Ausscheidung über die Gleichung nach Bannink, und Hindle (2003) eher für Kuhgruppen als für Einzeltiere, was sich auch aus den Unsicherheiten der Milchwahnhstoffgehalte nach Standardmethoden beim Einzeltier ergibt.

Tabelle 4: Auswirkungen der RNB der Ration auf N-Ausscheidung und den Aufwand an XP je kg Milch

	Versuchsgruppe				
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	P-Wert	s.e.
N-Aufnahme, g/Tier, Tag	571 <sup>b</sup>	609 <sup>ab</sup>	647 <sup>a</sup>	0,014	18
N-Abgabe über Milch, g/Tier, Tag	204	212	214	0,659	7
XP/kg Milch, g	102	106	113	0,097	3
XP/kg ECM, g	99,3 <sup>b</sup>	103 <sup>ab</sup>	109 <sup>a</sup>	0,039	3
N-Ausscheidung, g/Tier, Tag	367 <sup>b</sup>	396 <sup>ab</sup>	432 <sup>a</sup>	0,004	13
N-Ausscheidung, kg/ Kuh, Jahr*	126 <sup>b</sup>	135 <sup>ab</sup>	147 <sup>a</sup>	0,004	4
N-Ausscheidung, kg/ Kuh, ha**	158 <sup>b</sup>	169 <sup>ab</sup>	183 <sup>a</sup>	0,004	5

\* 56 Tage Trockenstehtzeit mit 12 kg TM-Aufnahme bei 120 g XP/kg TM

\*\* 50 Kühe, 40 ha

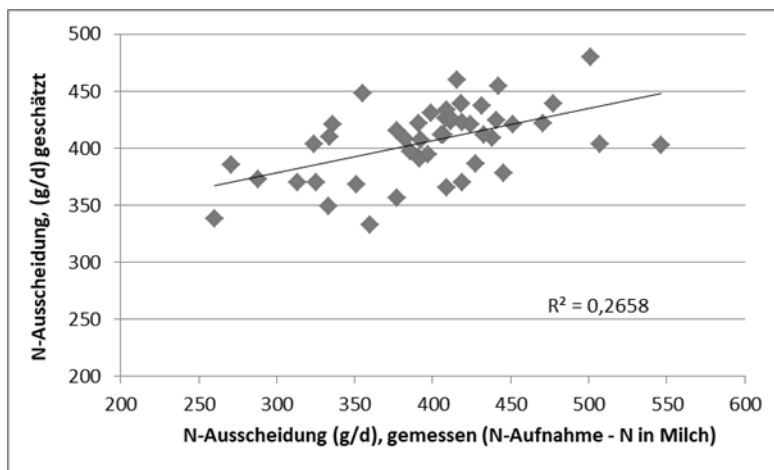


Abbildung 1: Vergleich der gemessenen und geschätzten N-Ausscheidung (g/Tag)

Insgesamt zeigt sich, dass eine Variation der RNB in der Ration in vorliegendem Versuch kaum Auswirkungen auf die Leistung hatte, dabei die N-Ausscheidung aber deutlich erhöht wurde. Da in der Praxis das „Vorhalten mit Protein“ besonders am Laktationsende häufig als besonders zielführend erachtet wird, wurde eine gesonderte Auswertung für Kühe mit höherem Laktationsstand vorgenommen. Die Auswirkungen der gestaffelten Rohproteinversorgung waren dabei vergleichbar mit den Auswirkungen bei der Auswertung aller Tiere. Da die vorliegende Untersuchung aber nicht gezielt auf das letzte Laktationsdrittel ausgerichtet war sollte diese Frage in weiteren Versuchen aufgegriffen werden.

## Literatur

- Bannink, A., Hindle, V. A. (2003): Prediction of N intake and N-excretion by dairy cows from milk data (in dutch). Report 03 0008567, Animal Sciences Group Lelystad.
- DLG (2001): Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkühe, DLG-Information 2/2001 des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung, incl. Ergänzung von 2008, DLG Frankfurt a.M.
- DLG (2011): Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung.
- DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Arbeiten der DLG, 199. DLG Frankfurt a.M.
- Edmondson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, U.G. (1989): A body condition scoring chart of Holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 72, 68-78.
- Engelhard, T., Meyer, A. (2018): Erhöhung des Rohproteingehaltes durch Futterharnstoffeinsatz bei stark negativ ausgeprägter RNB. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 84-87.
- Engelhard, T., Meyer, A., Bulang, M., Steingaß, H., Richardt, W. (2016): Auswirkungen der Fütterung von Rationen mit unterschiedlichen Gehalten an Rohprotein, UDP und nXP an Milchkühe im ersten Laktationsdrittel. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 105-108.
- Engelhard, T., Meyer, A., Pilger, F., Richardt, W., Staufenbiel, R. (2019): Fütterung einer Ration mit reduziertem Rohproteinangebot bei Zulage pansengeschützter Aminosäuren. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 41-44.
- GE (2008): New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 191-197.
- Jilg, T., Weinberg, L. (1998): Konditionsbewertung jetzt auch beim Fleckvieh. top agrar 6, R12-R15.
- Jilg, T., Engelhard, T., Koch, C., Pries, M. (2018): Untersuchungen zur Milchwahnstoffbestimmung mit MIR-Spektroskopie im Vergleich zu Referenzverfahren. VDLUFA Schriftenreihe 75, 264 – 269.
- Pries, M., Hoppe, S., Südekum, K.-H., Baum, M., Bruinenberg, M. (2018): Einfluss einer proteinreduzierten Fütterung hochleistender Milchkühe auf Leistungsparameter und Stickstoffausscheidungen. VDLUFA-Schriftenreihe 75, 325-333.
- Sajeev, E., Ammon, B., Ammon, C., Zollitsch, W., Winiwarter, W. (2018): Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. Nutr. Cycl. Agroeco-syst. 110, 161-175.
- Speikers, H., Obermaier, A. (2007): Milchwahnstoffgehalt und N-Ausscheidung. Schule und Beratung, 4/5, 4-9.
- Staufenbiel, R. (1992): Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes – Untersuchungskonzept und Messung der Rücken-fettdicke. Mh. Vet.-Med. 47, 467-474.
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.) (2012): Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Aufl. incl. 1.-8. Ergänzungslieferung, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

### Autorenanschrift:

Dr. Thomas Ettle  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub  
Prof.-Dürrwachter-Platz 3, 85586 Poing  
Email: Thomas.Ettle@LfL.bayern.de

# **Delacon**<sup>TM</sup> performing nature

Einen Schritt voraus:

## **Wir verbinden Natur und High-Tech**

Sie sind auf der Suche nach natürlichen Futterzusätzen, welche die Leistung steigern und die Widerstandskraft bei Nutztieren erhöhen? Dann sind phyto gene Futtermittelzusätze aus Kräutern, Gewürzen, anderen Pflanzen und deren Extrakten, Ihre erste Wahl.

# Einfluss pansengeschützter Aminosäuren auf Milchleistungsparameter und Ökonomie unter Berücksichtigung verschiedener Proteinbewertungssysteme

Angela Schröder<sup>1</sup>, Katharina Pfeil<sup>1</sup>, Alice Toft Bruhn<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kemin Deutschland GmbH, Düsseldorf

<sup>2</sup> Kemin Scandinavia, Vejens (Dänemark)

## Einleitung

Die ausgleichenden Vorteile von Wiederkäuer-Aminosäuren (AS) sowohl für Methionin (Met) als auch für Lysin (Lys) sind in der wissenschaftlichen Literatur und in Feldversuchen reichlich nachgewiesen und anerkannt. Die Aminosäurenbalancierung von Milchkurrationen wird daher weltweit zunehmend als Fütterungskonzept akzeptiert und angewendet. Gute Gründe dafür sind 1) der Druck, Rohproteinüberschüsse und damit auch N-Emissionen zu reduzieren, 2) das Bestreben, die durch Proteinüberschüsse hervorgerufenen Stoffwechselbelastungen sowie Gesundheits- und/oder Fruchtbarkeitsprobleme für die Kühe zu reduzieren, 3) der ökonomische Druck, Rationen präziser einzustellen und Futterkosten zu reduzieren, 4) der Verzicht auf GMO-veränderte Futtermittel 5) die Verfügbarkeit von pansengeschützten AS auf dem Markt sowie 6) aktualisierte, erweiterte oder neue Bewertungssysteme.

In Deutschland ist die Zulage pansengeschützter Aminosäuren über Mischfutter oder Mineralfutter möglich und in den meisten Molkereiprogrammen zugelassen, jedoch erlaubt das aktuell gültige nXP Proteinbewertungssystem (GfE, 2001) keine Bilanzierung der Rationen nach AS. Zunehmend werden aber in Deutschland ausländische Proteinbewertungssysteme (z.B. CNCPS v6.5 und v7, 2015; INRA, 2007 und 2018; NorFor, 2010 und 2013), angewendet, die dieses ermöglichen. Auch ein erweitertes nXP-System, das den Methionin- und Lysinbedarf sowie die entsprechende Zufuhr ausweist (Schröder et al., 2008), findet Zuspruch.

Ziel dieses Projekts war es, eine «landesübliche» Ration ausgehend vom französischen PDI-System (INRA, 2007) nach AS zu balancieren und den Einfluss auf Milchleistungs- und ökonomische Parameter aufzuzeigen. Analog dazu erfolgte die Bewertung der Ration hinsichtlich der AS mit dem erweiterten nXP System, mit NorFor und mit dem CNCPS System.

## Material und Methoden

Der Versuch wurde 2020 auf einem Betrieb in Fünen (Dänemark) mit 350 laktierenden dänischen Rotbunten HF Kühen mit einer durchschnittlichen Produktion im Jahr 2019 von 10.500 kg energiekorrigierter Milch, 4,17% Milchfett und 3,81% Milchprotein durchgeführt. Der Versuch wurde nach dem Modell OFF/ON/OFF mit einer Dauer von 30/60/30 Tagen für die verschiedenen Zeiträume durchgeführt. Nur «close-up» Kühe (14 Tage a. p. bis zur Kalbung) und frischlaktierende Kühe bis zum 60. Laktationstag erhielten die AS-balancierten Rationen. Gefüttert wurde einmal täglich eine Voll-TMR mit mehrmaligem Anschieben pro Tag. Der Aminosäureenergänzer wurde einmal täglich von

Hand «on top» auf die vorgelegte TMR verabreicht. Im Versuchszeitraum fanden keine Rationsänderungen statt.

Ziel war eine entsprechend dem INRA System (2007) 100-prozentige Bedarfdeckung an metabolisierbarem Lysin (LysDi) und Methionin (MetDi) in Prozent des metabolisierbaren Proteins (PDI) in der Ration der Laktierenden. Die Close-up Kühe erhielten 50% der AS-Menge der Laktierenden. Zum Einsatz, jeweils vor bzw. nach dem Kalben, kamen 6,0 g bzw. 10 g eines pansengeschützten Methionins (KESSENT® M, Kemin Europa NV, Herentals, Belgien) sowie 12 g bzw. 20 g pansengeschütztes Lysin (LysiGEM™, Kemin Europa NV, Herentals, Belgien). Grundlage der errechneten Zuteilung sind aus *in vivo*-Versuchen ableitete Matrixwerte: KESSENT® M ist ein DL-Methionin, dass durch ein pH-sensitives Copolymer pansengeschützt ist. Dessen hohe Bioverfügbarkeit wurde *in vivo*- (Smith et al., 2020) sowie in Leistungsversuchen bestätigt (Francia et al., 2020). Entsprechende Daten liegen auch für LysiGEM™ (Francia et al., 2020), ein durch ein spezielles Fettcoating pansengeschütztes HCl-Lysin, vor.

Die Milchleistungsparameter, Zellzahl und Laktionstag wurden der monatlichen Milchkontrolle (RYK, Dänemark) entnommen. Der Laktationswert pro Kuh wird routinemäßig vom Agrarzentrum SEGES (Dänemark) berechnet. Es handelt sich dabei um einen "Produktionsindex" für die Milchproduktion in der aktuellen Laktation, der für alle lebenden Kühe nach jeder Milchkontrolle pro Betrieb berechnet wird. Der Laktationswert ist indexiert, so dass der Durchschnitt pro Betrieb = 100 ist.

Die Berechnung der energiekorrigierten Milch (ECM) erfolgte nach Spiekers und Potthast (2004):  
$$\text{ECM (kg)} = \text{Milch (kg)} \times ((0,38 \times \text{Milchfett\%} + 0,21 \times \text{Milcheiweiß\%}) + 1,05) / 3,28$$

Der Milchharnstoff konnte wegen eines Datenübertragungsfehlers nicht ausgewertet werden. Langfristige Auswirkungen auf Gesundheit und Fortpflanzung werden erwartet, aber angesichts der kurzen Dauer des Versuchs nicht bewertet.

## Auswertung

Für die Auswertung wurden Mittelwerte und Standardabweichungen derjenigen Kühe ausgewählt, die mindestens einen Vergleich von OFF und ON durchlaufen haben und sich im Stadium 1. bis 60. Laktationstag befanden. Die Kühe mit 151 bis 300 Laktationstagen, die zu keinem Zeitpunkt pansengeschützte AS bekommen haben, wurden als indirekte Kontrolle gewählt. Diese Gruppe kann als sehr leistungsstabil angesehen werden und Unterschiede zwischen ON und OFF sind daher nur durch äußere Einflüsse wie z.B. Klima oder Silagequalität zu erwarten. Um den Behandlungseffekt zu beschreiben, wurden die Mittelwerte verglichen.

## Rationen und Rationsparameter

Die Zusammensetzung der Trockenmasse (TM) der dänischen Ration, gefüttert vom 1. bis 60. Laktationstag, entspricht mit ca. 44% Maissilage, 5% Grassilage, knapp 8% Bietreber, 6% Pressschnitzelsilage, knapp 13% Körnermais und knapp 23% eines sojafreien Proteinergänzers aus Rapsextraktionsschrot und Rapsexpeller auch vielen deutschen Rationen (Tabelle 1). Ausgewählte Rationsparameter der Laktierenden-Rationen in verschiedenen Proteinbewertungssystemen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt. Erstlaktierende und Mehrkalbskühe vom 1. bis 20. Laktationstag produzierten 0,68 kg mehr Milch mit höheren Gehalten an Milchinhaltsstoffen, was einer Steigerung der produzierten Milchfett- und Milcheiweißmengen (+100 g Milchfett, +40 g Milcheiweiß) sowie der energie-korrigierter Milch (ECM, +1,64 kg) gegenüber der Phase ohne AS entspricht. Damit einher geht auch die Verbesserung des Laktationswertes um 3,2 Einheiten. Die somatische Zellzahl war in der Phase mit Aminosäuren um 67 Tsd./ml reduziert.

Vom 21. bis 60. Laktationstag produzierten die Kühe in der Phase mit AS im Vergleich zur Phase ohne AS 1,97 kg mehr Milch, 140 g mehr Milchfett und 80 g mehr Protein. Diese Überlegenheit drückt sich auch in einem höheren ECM von 2.72 kg und einem erhöhten Laktationswert von +3,7 aus. In diesem Laktationsabschnitt war die somatische Zellzahl in der AS-Phase nur marginal (-10 Tsd./ml) reduziert.

Demgegenüber stehen die Ergebnisse der Kühe aus dem Laktationsstadium 151 bis 300 Tage, derjenigen Kühe, die niemals pansengeschützte AS bekamen: Die naturale Milchleistung sank um marginale 0,11 kg bei erhöhtem Milchfett und reduziertem Milcheiweiß, was zu einer marginalen ECM Steigerung von 0,25 kg führte. Der Laktationswert war um ca. 2 Einheiten reduziert.

Eine wirtschaftliche Bewertung ergab für eine Herde mit 300 Kühen, deren «close-up»-Kühe sowie die Kühe bis zum 60. Laktationstag mit KESSENT® M und LysiGEM™ entsprechend den Bedarfswerten des erweiterten nXP-Systems versorgt wurden, ein zusätzliches Einkommen nach Futterkosten von ca. 17.000 Euro/Jahr (Stand August 2020), wobei Effekte auf Fruchtbarkeit, Tiergesundheit und Umwelt auf Grund des Versuchdesigns keine Berücksichtigung fanden.

## Diskussion

Während die AS Versorgung in der Phase mit AS entsprechend den Empfehlungen des erweiterten nXP-Systems und nach INRA (2007) gedeckt waren, liegt das Versorgungsniveau nach Norfor bereits in der Phase ohne AS über 100% und übersteigt den nach Norfor ausgewiesenen Bedarf in der Phase mit AS erheblich. Aus Beratersicht würde man in einer Ration, wie hier vorgestellt, keine Defizite erkennen und daher keine AS zulegen.

Wünschenswert wäre eine Anpassung des derzeit gültigen nXP Systems (GfE, 2001) von offizieller Seite, so dass das AS Konzept zielgerichtet von Beratern, Landwirten und von der Futtermittelindustrie angewendet werden kann. Für das NorFor System wären wissenschaftlichen Versuche mit höherer AS Versorgung, besonders auch für die Phase rund um die Kalbung, erstrebenswert.

Inwieweit eine weitere AS Zulage entsprechend dem CNCPS System mit weiteren Leistungssteigerungen einher ginge, kann aus dem hier vorliegenden Datenmaterial nicht beantwortet werden, jedoch wurden zahlreiche positive Kemin Feldversuche mit den oben angegebenen Empfehlungen durchgeführt.



Tabelle 1: Zusammensetzung der eingesetzten Rationen (kg FM/Tier/Tag) und Mischungen (% Frischmasse) der frischlaktierenden Kühe vom 1. bis 60. Laktationstag.

		Zusammensetzung der Mischungen	OFF Ohne Aminosäuren	ON Mit Aminosäuren
Maissilage,	37,0 % TM		28,4	28,4
Grassilage,	36,3 % TM		3,3	3,3
Biertreber,	26,2 % TM		6,9	6,9
Pressschnitzelsilage,	22,0 % TM		6,4	6,4
Körnermais, gemahlen			3,4	3,4
Mineral-Vitamin Mix			0,5	0,5
Proteinergänzer			6,3	5,9
Rapsextraktionsschrot		64,9	4,1	3,8
Rapsexpeller		33,6	2,1	2,0
Melasse		1,5	0,02	0,02
Aminosäurenergänzer			0	0,480
Rapsexpeller		93,3		0,448
KESSENT® M		2,5		0,012
LysiGEM™		4,2		0,020
Gesamt	kg/Kuh/Tag		55,2	55,3
	kg TM/Kuh/Tag		23,8	23,8

Tabelle 2: Ausgewählte Rationsparameter der Laktierenden-Rationen in verschiedenen Proteinbewertungssystemen

System	Parameter	Einheit	Ohne Aminosäuren	Mit Aminosäuren	Zielwerte
	TM	kg/Kuh/Tag	23,8	23,8	
	ME	MJ/Kuh/Tag	273	273	
	CP	g/kg TM	164	164	
	RNB	g/Tag	12	12	
Erweitertes nXP (2008)	nXP	g/kg TM	162	162	
	nXLys	% nXP	6,77	7,07	> 7,1
	nXMet	% nXP	2,25	2,55	> 2,6
	nXLys	g/Tag	259	273	
	nXMet	g/Tag	86	98	
	nXLys/nXMet		3	2,8	2,7
INRA (2007)	PDIE	g/kg TM	95	95	
	LysDi	% PDIE	6,71	7,04	> 7,0
	MetDi	% PDIE	1,98	2,3	> 2,25
	LysDi	g/Tag	152	160	
	MetDi	g/Tag	45	52	
	LysDi/MetDi		3,4	3,1	3,1
NorFor FRC 1.76 (2013 )	AAT	g/kg TM	99	99	
	AAT Lys	% AAT	6,46	6,81	6,4
	AAT Met	% AAT	2,33	2,66	2,2
	AAT Lys	g/Tag	152	159	
	AAT Met	g/Tag	55	62	
	AAT Lys/AAT Met		2,8	2,6	2,9
CNCPS v6.5 (2015)	MP	g/kg TM	110	110	
	MP Lys	% MP	6,43	6,72	7,0
	MP Met	% MP	2,34	2,61	2,6
	MP Lys	g/Tag	168	176	
	MP Met	g/Tag	61	68	
	MP Lys	g/Mcal ME	2,88	3,02	3,05
	MP Met	g/Mcal ME	1,05	1,17	1,13
	MP Lys/MP Met		2,74	2,58	2,69

Tabelle 3: Laktations(Lakt.)-Stadium, -Nr, -Tage, -Wert und Milchleistungsparameter während des 4-monatigen Fütterungsversuches mit den pansengesetzten Aminosäuren KESSENT® M und LysigEM™

Lakt. stadium	Fütterungs-Phase	Tage mit Amino-säuren	Lakt.-Nr.	Lakt.-tage	Milch kg/Tag	ECM <sup>1</sup> kg/Tag	Fett %	Protein %	Fett kg/Tag	Protein kg/Tag	Zellzahl Tsd./ml	Lakt.-wert		
1 bis 20	ohne AS	Mittelwert	2,0	12	26,0	28,3	4,38	3,88	1,1	1,0	149	88,4		
		STDEV	0	0,8	4,6	7,3	0,4	0,4	0,3	0,3	186	8,7		
		n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
	mit AS	Mittelwert	2,2	10	26,7	29,9	4,74	4,02	1,24	1,06	82	91,6		
		STDEV	1,14	4,8	9,63	9,37	0,55	0,44	0,37	0,34	68	11,76		
		n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
		Diff.	10,3	0,2	-1,6	0,68	0,36	0,14	0,10	0,04	-67	3,2		
	21 bis 60	ohne AS	Mittelwert	2,1	44	34,2	33,8	3,95	3,39	1,3	1,1	96	93,8	
			STDEV	1,2	11,3	8,3	7,9	0,4	0,2	0,3	0,3	185	18,5	
			n	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	
mit AS		Mittelwert	2,1	40	36,1	36,5	4,12	3,41	1,48	1,22	86	97,5		
		STDEV	1,28	13,4	8,73	8,49	0,38	0,17	0,36	0,28	125	13,85		
		n	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61		
		Diff.	25,7	-0,1	-3,9	1,97	0,17	0,02	0,14	0,08	-10	3,7		
151 bis 300		ohne AS	Mittelwert	2,0	221	28,9	31,2	4,35	3,96	1,2	1,1	156	102,5	
			STDEV	0	1,3	41,5	5,4	5,3	0,5	0,3	0,2	0,2	161	12,9
			n	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	
	mit AS	Mittelwert	1,9	216	28,8	31,4	4,48	3,95	1,28	1,13	193	100,7		
		STDEV	0,0	1,19	38,6	5,88	5,66	0,58	0,28	0,24	0,20	202	12,68	
		n	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236		
		Diff.	0,0	0,0	-4,5	-0,11	0,25	0,14	-0,02	0,03	-0,01	37	-1,9	
	Energie-korrigierte Milch													

## Fazit

Der Versuch bestätigt andere Kemin-Felderhebungen und wissenschaftliche Versuche, dass die Deckung des Methionin- und Lysinbedarfs von Kühen in der «close-up»-Phase und von frischen Kühen bis 60. Laktationstag mit KESSENT<sup>®</sup> M und LysiGEM<sup>™</sup> – ausgerichtet am erweiterten nXP-System und INRA (2007) – zu einer besseren Produktionsleistung und einem erheblich zusätzlichen wirtschaftlichen Ertrag für den Landwirt führt.

Die vorliegenden Ergebnisse sowie der Druck, mit besserer Tiergesundheit effizienter zu wirtschaften, Rohproteinüberschüsse und damit auch N-Emissionen zu reduzieren mag Grund genug sein, sich dem Thema der Aminosäurenbalancierung vermehrt zuzuwenden.

## Literatur

Francia, F., Faturi C., Rodriguez-Prado M. E., S. Calsamiglia, S., 2020: In situ rumen degradability and intestinal digestibility of rumen-protected lysine products. J. Dairy Sci. 103 (Suppl. 1), Abstract 316, 122.

Francia, F., Rodriguez-Prado, M. E., Piera, M., Calsamiglia, S., 2020: Effects of feeding two rumen protected methionine supplements on productive performance of lactating Holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 103 (Suppl. 1), Abstract 425, 124.

INRA (2007): Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoin des animaux, Valeurs des aliments. Tables INRA 2007. Editions Quae, Versailles, France, 307 pp.

INRA (2018): INRA Feeding System for Ruminants, INRA (Ed.), Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Niederlande (2018), 640 pp.

GfE (2001): Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 8. Milchkühe und Aufzuchttrinder, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 136 pp.

NorFor, 2010. Nordic feed evaluation system (2010). EAAP Publication; No.130 (Englisch). Harald Volden (Ed.), Wageningen Academic Publishers, Niederlande, 180 pp.

NorFor (2013): NorFor update - focus on Amino acids, FRC 1.76. <http://www.norfor.info/about-norfor/news/news-presentation/?AjrDcmntId=98>; access August 10, 2020.

Schröder, A. Bennett, R. und Rulquin, H., 2008: Rationsgestaltung mit Aminosäuren: Das nXAA -System - eine Erweiterung des nXP-Systems. VDLUFA-Schriftenreihe Bd. 64, 305-312, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Smith, M. S., Cronin, S. K., Mateos, J., Martinez del Olmo, D., Valdez, F., Gressley, T. F., 2020: Evaluating plasma methionine in response to feeding three rumen-protected methionine. J. Dairy Sci. 103 (Suppl. 1), Abstract W124, 304.

Spiekens, H., Potthast, V. (2004): Erfolgreiche Milchviehfütterung; DLG-Verlag, Frankfurt a/M, 448 pp.

Van Amburgh, M. E., Collao-Saenz, E. A., Higgs, R. J., Ross, D. A., Recktenwald, E. B., Raffrenato, E., Chase, L. E., Overton T. R., Mills J. K., Foskolos, A., 2015: The Cornell Net Carbohydrate and Protein System: Updates to the model and evaluation of version 6.5. J. Dairy Sci. 98 (9), 6361-6380.

### Autorenanschrift:

Dr. Angela Schröder, Dr. Katharina Pfeil  
Kemin Deutschland GmbH  
Speditionsstr. 21  
40221 Düsseldorf  
E-mail: [angela.schroeder@kemin.com](mailto:angela.schroeder@kemin.com)  
E-mail: [katharina.pfeil@kemin.com](mailto:katharina.pfeil@kemin.com)

# DIE GEWINNER-KOMBINATION GEGEN OXIDATIVEN STRESS

**melfeed**  
EINE NATÜRLICHE QUELLE FÜR  
SUPEROXID-DISMUTASE

+ Von Natur aus reich an der antioxidativ  
wirksamen Superoxid-Dismutase  
(primäres Antioxidans).

**alkosel** R397  
Die Premiumquelle  
für bioverfügbares Selen

+ Selenhefe, 100 % organisch gebundenes  
Selen, essentiell für Bildung und Funktion des  
primären Antioxidans Glutathion-Peroxidase.



Diese antioxidative Kombination ist die erste  
Verteidigungslinie gegen Umweltbelastungen und  
physiologischen Stress.

+  
Kontrollierter oxidativer Stress  
=  
Optimierte Leistung

Nicht alle Produkte sind in allen Ländern erhältlich und einhergehende Produktansprüche können nicht in allen Regionen geltend gemacht werden.

**LALLEMAND ANIMAL NUTRITION** ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS  
Email: [animalgermany@lallemand.com](mailto:animalgermany@lallemand.com) [www.lallemandanimalnutrition.com/de/](http://www.lallemandanimalnutrition.com/de/)

**LALLEMAND**

## Einfluss einer variierenden Trypsin-Inhibitor-Aktivität auf die Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren beim Mastbroiler

**Sylvia Kuenz<sup>1</sup>, Dominik Hoffmann<sup>1</sup>, Stefan Thurner<sup>2</sup>, Konstanze Kraft<sup>3</sup>, Markus Wiltafsky<sup>4</sup>, Klaus Damme<sup>3</sup>, Wilhelm Windisch<sup>1</sup>, Daniel Brugger<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Tierernährung (TUM)

<sup>2</sup> Institut für Landtechnik und Tierhaltung (LfL)

<sup>3</sup> Versuchs- und Bildungszentrum für Geflügelhaltung (BaySG)

<sup>4</sup> Evonik Nutrition & Care GmbH,

<sup>5</sup> Institut für Tierernährung (Universität Zürich)

Der Anbau von Sojabohnen nahm in den letzten Jahren stetig zu; einerseits um unabhängig von Importen zu werden, andererseits um Fruchtfolgen zu diversifizieren und somit einen wertvollen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten. Allerdings sind Sojabohnen reich an antinutritiven Stoffen, wie beispielsweise Trypsin Inhibitoren (TI), die sich negativ auf Verdauung und Tiergesundheit auswirken und deshalb vor der Verfütterung thermisch denaturiert werden müssen. Der Anbauumfang in Bayern ist bisher aber noch sehr gering, weshalb eine Aufbereitung bislang nur in kleinen, dezentralen Anlagen erfolgen kann. Durch ungenügende Qualitätskontrollen in diesen Anlagen kann es zu großen qualitativen Unterschieden kommen. Teilweise kann es durch Überbehandlung zu Proteinschädigungen kommen, oder aber TI werden durch Unterbehandlung nur unzureichend denaturiert. Derzeit wird empfohlen, die Trypsin Inhibitor Aktivität (TIA) in teilentölkten Sojaprodukten auf 4,0 mg/g zu begrenzen (Clarke und Wiseman 2005, 2007). Indes konnte im Rahmen dieses Projektes bereits gezeigt werden, dass es auch unterhalb dieses Grenzwertes bereits zu Leistungseinbrüchen kommen kann (Hoffmann et al. 2019; Kuenz et al. 2019, 2020). In vorliegender Studie soll jetzt der Einfluss der TIA auf die Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren (AS) dargestellt werden.

### Material und Methoden

Ausgangsmaterial für diesen Versuch waren die zwei Sojasorten Sultana und Merlin. Diese wurden mittels vier unterschiedlicher Verfahren aufbereitet (thermisch, hydrothermisch, druckthermisch und darrthermisch). Die TIA der aufbereiteten Sojakuchen variierte von 0,3 mg/g bis 23,6 mg/g. So entstanden 45 Sojavarianten, die in zwei Zulagestufen (15%, 30%) in eine Basisration im Austausch mit Maisstärke eingemischt wurden. Eine Ration ohne Beimischung von Sojakuchen diente als Kontrollration (Tabelle 1). Insgesamt entstanden auf diesem Wege 91 Versuchsvarianten. Allen Varianten wurde 0,5% Titandioxid als unverdaulicher Marker beigefügt.

In vier konsekutiven Versuchen wurden insgesamt 5.490 männliche Eintagsküken (Ross 308) eingestallt. Die Tiere wurden von Tag 1 bis einschließlich Tag 14 mit herkömmlichen Kükenstarter aufgezogen (Rohprotein 215 g/kg, 12.5 MJ ME/kg). An Tag 15 wurden die Tiere gewogen und zufällig den Versuchsrationen zugeteilt (10 Broiler pro Abteil, 6 Wiederholungen pro Variante). Die Versuchsrationen und Wasser standen den Tieren ad libitum zur Verfügung. An Tag 22 wurden die Broiler erneut gewogen und mittels CO<sub>2</sub> Begasung getötet. Den Tieren wurde sofort nach Eintreten des Todes der Bauchraum geöffnet und das Dünndarmstück zwischen dem Meckel'schem Divertikulum

und zwei Zentimeter vor der Abzweigung der Blinddärme entnommen. Die Sektion wurde mit bidestilliertem Wasser gespült und anschließend für jedes Abteil gepoolt (Kluth et al. 2005). Die Proben wurden bei -20 °C tiefgefroren, gefriergetrocknet und gemahlen.

Tabelle 1: Versuchsrationen mit Basisration, Zulagestufe 1 (15% Sojakuchen) und Zulagestufe 2 (30% Sojakuchen)

Komponenten (%)	Grundration 175 g/ kg XP	Zulage 1 220 g/ kg XP	Zulage 2 300 g/ kg XP
Maisstärke	28.00	14.00	0.00
Experimenteller Sojakuchen	0.00	15.00	30.00
Sojaöl	4.00	3.00	2.00
Mais	----- 46.15 -----		
Sojaextraktionsschrot	----- 10.00 -----		
Kartoffelprotein	----- 5.00 -----		
Titandioxid	----- 0.50 -----		
Monocalciumphosphat	----- 2.51 -----		
Natriumchlorid	----- 0.51 -----		
Futterkalk	----- 1.15 -----		
Mineralfutter	----- 0.15 -----		
Vitaminvormischung	----- 0.20 -----		
Cholin 50%	----- 0.20 -----		
L-Lysin HCl	----- 0.62 -----		
DL-Methionin	----- 0.20 -----		
L-Arginin	----- 0.55 -----		
L-Tryptophan	----- 0.03 -----		
L-Threonin	----- 0.23 -----		

Im Labor wurde die TIA (Norm DIN EN ISO 14902:2002-02), sowie die Rohnährstoffe nach WEENDER Analyse (VDLUFA 2012) der einzelnen Sojakuchen und der Futtermischungen bestimmt. Des Weiteren wurden sowohl der TiO<sub>2</sub>- und der AS Gehalt im Futter, als auch in den Chymusproben analysiert (Brandt und Allam 1987; Llamas und Fontaine 1994). Anschließend wurde mithilfe untenstehender Formel ein Verdaulichkeitskoeffizient für Rohprotein, der Summe der essentiellen und nicht-essentiellen AS, sowie für jede einzelne AS berechnet.

$$VQ_{AS\ Futter} = 100 - \left( \frac{TiO_2\ Futter \times AA_{Chymus}}{TiO_2\ Chymus \times AA_{Futter}} \right)$$

Die praecaecale (pc) AS Verdaulichkeit der experimentellen Sojakuchen konnte dann durch lineare Regression berechnet werden (Rodehutsord et al. 2004).

## Ergebnisse

Grundsätzlich lässt sich aussagen, dass zwischen der TIA im Futter und dem Lebendgewicht am Schlachtttag, sowie der Gesamtzunahme der Tiere ein linearer Zusammenhang besteht. Je mehr TIA im Futter nachzuweisen war, desto geringer fielen Lebendgewicht und Gesamtgewichtszunahme aus (Abbildung 1).

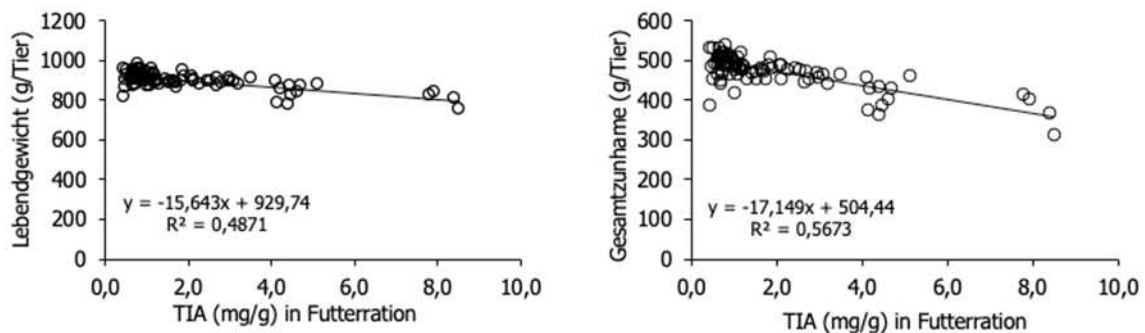


Abbildung 1: Einfluss der TIA (mg/g) auf Lebendgewicht (g/Tier) am Schlachtttag (links) und Gesamtzunahme (g/Tier) während der Versuchsperiode (rechts)

Ein ähnliches Bild zeichnet sich bei der Betrachtung der pc AS Verdaulichkeit ab. In Abbildung 2 sind die Verdaulichkeitskoeffizienten von Rohprotein (XP), Die Summe der essentiellen AS (EAS), die Summe der nicht-essentiellen AS (NEAS), Lysin (Lys), Methionin (Met) und Cystein (Cys) mit steigender TIA zu sehen. Steigende Gehalte an TIA in den Sojakuchen reduzierten die pc Verdaulichkeit der einzelnen AS und somit die des gesamten XP. Auffällig war auch, dass die pc Verdaulichkeiten unterschiedlich stark vermindert wurden. So verschlechtert jede Zulage von 1,0 mg/g TIA die Verdaulichkeit von Lysin um 1,6%, wobei die Verdaulichkeit der schwefelhaltigen AS um 2,3% zurückging. Am stärksten war Cys betroffen. Bei der höchsten TIA-Stufe (22,4 mg/g) erreichte die pc Verdaulichkeit des Cysteins nur noch 5%.



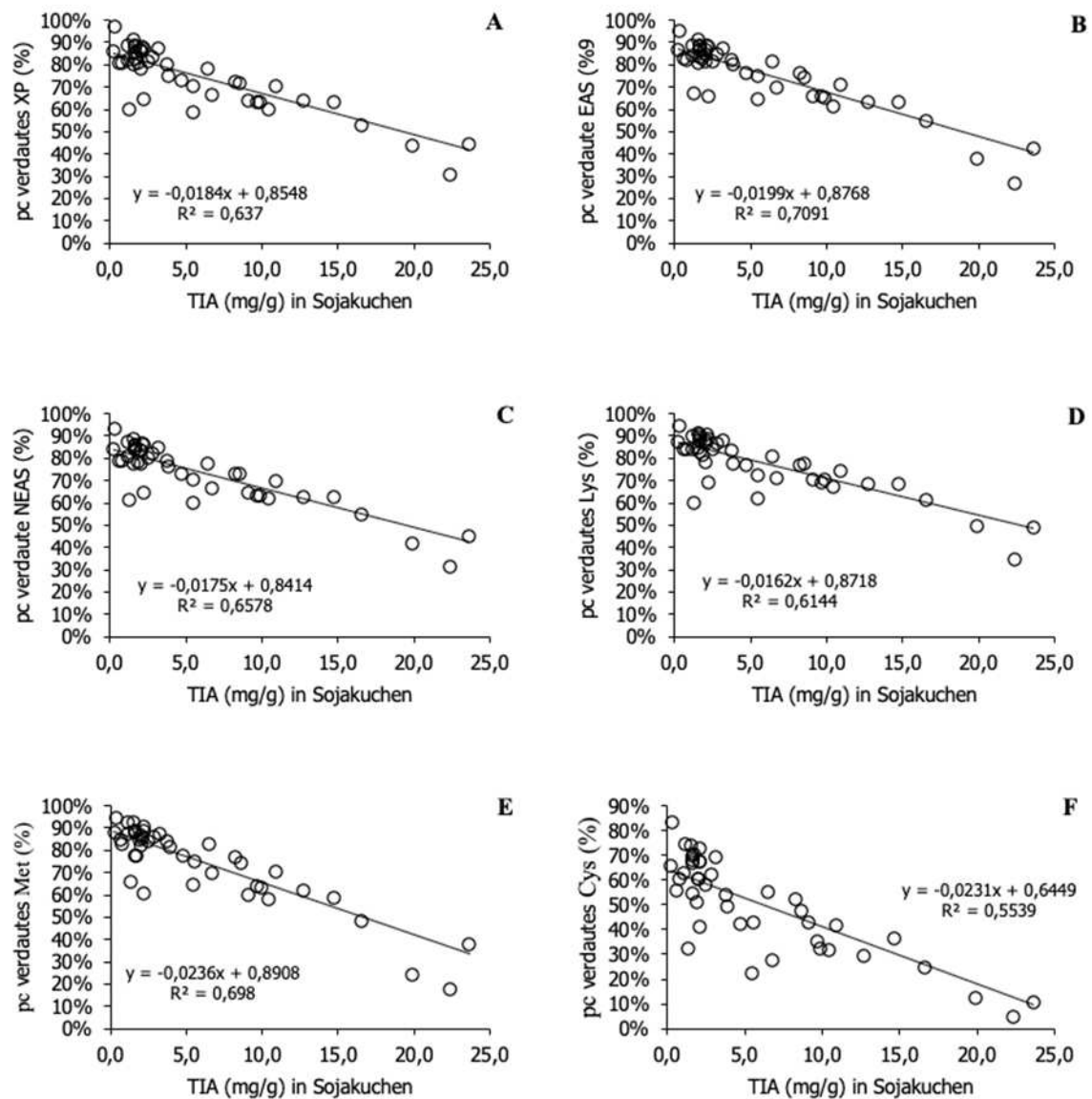


Abbildung 2: Einfluss der TIA (mg/g) auf praecaecal (pc) verdautes Rohprotein (XP) (A), pc verdaute essentielle Aminosäuren (EAS) (B), pc verdaute nicht essentielle Aminosäuren (NEAS) (C), pc verdautes Lysin (Lys) (D), pc verdautes Methionin (Met) (E) und pc verdautes Cystein (Cys) (F) in Prozent (%).

## Diskussion

Die Ergebnisse aus dem Verdaulichkeitsversuch zeigten, dass TIA die pc Verdaulichkeit bei allen AS signifikant mit einem linearen Zusammenhang reduzierte. Dabei waren die beiden schwefelhaltigen AS Methionin und Cystein besonders stark in ihrer Dünndarmverdaulichkeit reduziert. Dies hatte auch signifikante Auswirkungen auf das Körpergewicht, sowie die Gesamtzunahmen der Mastbroiler während der Versuchsphase vom 15. bis zum 22. Lebenstag.

Eine mögliche Erklärung für die reduzierte AS Verdaulichkeit könnte inaktiviertes Trypsin im Verdauungstrakt sein. TI binden irreversibel an Trypsin und anderen Verdauungsenzymen und hemmen deren Aktivität. So konnte Foltyn et al. (2015) in einer Verdaulichkeitsstudie an Mastbroilern eine verminderte Aktivität an Trypsin im Dünndarm infolge einer Exposition mit TIA feststellen. In dieser Situation versucht das Pankreas, den Verlust an Verdauungskapazität durch eine vermehrte Sekretion an Verdauungsenzymen zu kompensieren (Nitsan und Liener 1976), was letztendlich einen erhöhten Fluss an endogenem Protein am Ende des Ileums zur Folge hat. Nachdem Trypsin und Chymotrypsin relativ viel schwefelhaltige AS enthalten (Nitsan und Liener 1976), sollte TIA vor allem die endogenen Verluste an Met und Cys erhöhen, was den besonders ausgeprägten Effekt auf die pc Verdaulichkeit dieser beiden AS erklären könnte. Aber auch die TI selbst sind reich an schwefelhaltigen AS. Vor allem die in der Sojabohne prominent vertretenen Bowman-Birk-Inhibitoren enthalten zahlreiche Disulfid-Brücken und daher viel Cystein (Odani und Ikenaka 1973). Der durch TIA erhöhte Fluss an schwefelhaltigen AS am terminalen Ileum bzw. der Rückgang der pc AS Verdaulichkeit könnte somit auch vom Inhibitor selbst verursacht worden sein. Um diese Frage zu beantworten, müssten weitere Studien z.B. auf der Basis von Isotopenmarkierung durchgeführt werden. Für die Praxis steht jedoch fest, dass die Gegenwart von TIA im Futter die pc AS Verdaulichkeit drastisch reduziert und deshalb auf ein Minimum zu reduzieren ist.

## Literatur

Norm DIN EN ISO 14902:2002-02: Animal feeding stuffs - Determination of trypsin inhibitor activity of soya products.

Brandt, M.; Allam, S. M. (1987): Analytik von TiO<sub>2</sub> im Darminhalt und Kot nach Kjeldahlaufschluß. In: Arch. Anim. Nutr. (37), S. 453–454.

Clarke, E.; Wiseman, J. (2005): Effects of variability in trypsin inhibitor content of soya bean meals on true and apparent ileal digestibility of amino acids and pancreas size in broiler chicks. In: Anim. Feed Sci. Technol. 121 (1-2), S. 125–138. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2005.02.012.

Clarke, E.; Wiseman, J. (2007): Effects of extrusion conditions on trypsin inhibitor activity of full fat soybeans and subsequent effects on their nutritional value for young broilers. In: Br. Poult. Sci. 48 (6), S. 703–712. DOI: 10.1080/00071660701684255.

Hoffmann, D.; Thurner, S.; Ankerst, D.; Damme, K.; Windisch, W.; Brugger, D. (2019): Chickens' growth performance and pancreas development exposed to soy cake varying in trypsin inhibitor activity, heat-degraded lysine concentration, and protein solubility in potassium hydroxide. In: Poult. Sci. 98 (6), S. 2489–2499.

Kluth, Holger; Mehlhorn, Katrin; Rodehutschord, Markus (2005): Studies on the intestine section to be sampled in broiler studies on precaecal amino acid digestibility. In: Arch. Anim. Nutr. 59 (4), S. 271–279. DOI: 10.1080/17450390500217058.

Kuenz, S.; Hoffmann, D.; Thurner, S.; Damme, K.; Windisch, W.; Brugger, D. (2019): Einfluss einer variierenden Trypsininhibitoraktivität im Alleinfutter auf die grobgewebliche Zusammensetzung beim Mastbroiler. In: VDLUFA-Schriftenreihe 76, S. 280–289.

Kuenz, S.; Hoffmann, D.; Thurner, S.; Damme, K.; Windisch, W.; Brugger, D. (2020): Impact of varying trypsin inhibitor activity in feed on chemical body composition of broiler chickens at the end of fattening. In: Proc. Soc. Nutr. Physiol. 29, S. 101.

Llames, C. R.; Fontaine, J. (1994): Determination of Amino Acids in Feeds. Collaborative Study. In: J. AOAC Int 77, S. 1362–1402. DOI: 10.1093/jaoac/77.6.1362.

Rodehutscord, M.; Kapocius, M.; Timmler, R.; Dieckmann, A. (2004): Linear regression approach to study amino acid digestibility in broiler chickens. In: Br. Poult. Sci. 45 (1), S. 85–92. DOI: 10.1080/00071660410001668905.

VDLUFA (2012): Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs-und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch). Bd. III, Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Darmstadt: VDLUFA-Verl.

**Autorenanschrift:**

Sylvia Kuenz  
Lehrstuhl für Tierernährung  
Technische Universität München  
Liesel-Beckmann-Str. 2  
85354 Freising  
Tel: 08161- 71 3116  
sylvia.kuenz@tum.de

# HELDEN WERDEN GEMACHT, NICHT GEBOREN!



Bewährt in  
Wissenschaft & Praxis



Pflanzenbasiert



Standardisiert &  
zertifiziert

## SANGROVIT®

Sangrovit® ist der innovative Futterzusatz, der Ihren Helden hilft das volle Leistungspotenzial auszuschöpfen!

Kontaktieren Sie unsere Experten:  
sangrovit@phytobiotics.com | 06123 702 680  
[www.phytobiotics.com](http://www.phytobiotics.com)

# Monoglyceride mittelkettiger Fettsäuren im Futter von abgesetzten Ferkeln - Auswirkungen auf Futteraufnahme und Leistung

Wolfgang Preißinger<sup>1</sup>, Simone Scherb<sup>1</sup>, Günther Propstmeier<sup>1</sup>, Elisabeth Zißler<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Grub und Schwarzenau

<sup>2</sup> Pulte GmbH & Co. KG, Rimsting

## Einleitung

Der Einsatz kurzkettiger Fettsäuren im Tierfutter hat sich zur Stabilisierung von Gesundheit und Leistung beim Ferkel bewährt (Roth und Windisch, 2000). Neben den kurzkettigen wird auch der Einsatz mittelkettiger Fettsäuren diskutiert. Diese werden nicht als freie Fettsäure, sondern gebunden an Glycerin als Gemisch aus Mono- und Diglyceriden angeboten (Zentek et al, 2011; Herranz et al., 2018). Monoglyceriden wird u.a. eine antibakterielle Wirkung zugeschrieben. In vorausgegangenen Fütterungsversuchen mit Ferkeln stand hauptsächlich Monolaurin, das Monoglycerid der Laurinsäure, im Fokus. In vorliegender Versuchsreihe wurde ein Produkt mit Monoglyceriden verschiedener mittelkettiger Fettsäuren getestet.

## Material und Methoden

Zum Einsatz der Monoglyceride wurden 2 Fütterungsversuche mit abgesetzten Ferkeln am Bildungs- und Versuchszentrum Schwarzenau durchgeführt. Dazu wurden jeweils 192 abgesetzte, schwanzkupierte Ferkel der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse (LM), Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig der Kontrollgruppe und der Testgruppe mit Monoglyceriden mittelkettiger Fettsäuren zugewiesen. Die Versuche gliederten sich in zwei Fütterungsphasen von jeweils dreiwöchiger Dauer. Die Ferkel wurden in 16 Buchten zu je 12 Tieren auf Kunststoffspalten ohne Einstreu gehalten. Sie waren bei der Aufstallung im Durchschnitt 27 Tage alt und wogen 8,6 bzw. 8,9 kg. Die Ermittlung des Futtermittelsverbrauchs erfolgte täglich für jede Bucht über eine Spotmix Waage- und Transporteinheit (Spotmix Vista 3W, Schauer Agrotech GmbH). Die LM wurden wöchentlich am Einzeltier erfasst. In den Buchten wurde einmal pro Woche der Kot der Tiere bonitiert (Note 1=hart bis 4=wässrig).

Die Rationen von Fütterungsphase I setzen sich aus 25,5 % Gerste, 18,5 % Sojaextraktionsschrot, 4 % eines Mineralfutters mit Aminosäuren, 1 % Sojaöl und 1 % Fumarsäure zusammen. In Fütterungsphase II wurde der Anteil an Sojaextraktionsschrot zugunsten von Gerste auf 15,5 % reduziert. In den Testrationen wurde das Produkt „PUCOCID® Entero-Nova 400“ mit 0,3 % im Austausch gegen Gerste eingemischt. Dieses Produkt wurde von der Fa. Pulte GmbH & Co. KG zur Verfügung gestellt. Die Futteranalytik wurde im Labor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Grub nach VDLUFA-Methoden (VDLUFA, 2012) durchgeführt. Die Gehalte an umsetzbarer Energie (ME) wurden nach der Mischfutterformel (GfE, 2008) bestimmt.

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Statistikprogramm SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) mit der Prozedur GLM durchgeführt. Im Modell wurden als fixe Effekte die Behandlung, das Geschlecht und die Abstammung sowie die Interaktion von Behandlung und Geschlecht berücksichtigt.

## Ergebnisse und Diskussion

Die analysierten Inhaltsstoffe sowie die ermittelten Gehalte an ME der Versuchsfuttermischungen sind für beide Versuche in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Gehalte an umsetzbarer Energie und analysierte Inhaltsstoffe der Versuchsrationen (Angaben bei 88 % TM)

		Ferkelaufzuchtfutter I		Ferkelaufzuchtfutter II	
		Kontrolle	Monoglyceride	Kontrolle	Monoglyceride
ME	MJ/kg	13,2	13,4	13,1	13,4
Rohasche	g/kg	55	55	61	49
Rohprotein	g/kg	177	175	172	171
Rohfaser	g/kg	37	35	37	39
Rohfett	g/kg	31	34	31	36
Kalzium	g/kg	8,3	8,2	10,3	6,4
Phosphor	g/kg	5,0	5,0	5,4	4,6
Kupfer	mg/kg	165	159	215	132
Zink	mg/kg	95	96	114	83
Lysin	g/kg	12,7	12,1	13,1	11,0
Methionin	g/kg	3,4	3,5	3,7	3,2
Cystin	g/kg	2,6	2,7	2,6	2,7
Threonin	g/kg	7,8	7,7	7,9	7,4
Tryptophan	g/kg	2,2	2,1	2,1	1,9
SBV <sup>1</sup>	mmol/kg	692	681	762	597
pH		5,2	5,3	5,3	5,2

<sup>1</sup> Säurebindungsvermögen

In allen Rationen wurden 0,1 bis 0,4 MJ höhere ME-Gehalte pro kg ermittelt als vorab kalkuliert. Die Gehalte an Rohprotein, Methionin, Cystin, Threonin, Tryptophan und Phosphor stimmten im Rahmen der Analysenspielfräume mit den vorab kalkulierten Werten überein. Beim Lysin wurde im Ferkelaufzuchtfutter II der Kontrollgruppe ein höherer Wert gefunden. Mit Ausnahme des Ferkelaufzuchtfutters II der Testgruppe wurden durchgängig höhere Ca-Gehalte analysiert als vorab kalkuliert.

In Versuch 1 wurden alle 192 eingestellten Tiere aufgrund einer Infektion gegen Ende der 1. Fütterungsphase medikamentös behandelt. Darüber hinaus wurden jeweils 6 Tiere aus jeder

Gruppe wegen Schulter- bzw. Hüftproblemen behandelt. 3 Tiere der Test- und 2 Tiere der Kontrollgruppe fielen aus. In Versuch 2 wurden insgesamt 23 Tiere medikamentös behandelt (11 Tiere der Kontroll- und 12 Tiere der Testgruppe). Hauptursache war Husten. In Versuch 2 fiel kein Tier krankheitsbedingt aus, 2 Tiere der Kontrollgruppe wurden wegen Minderwachstums nicht in die Auswertung einbezogen.

In Tabelle 2 sind die täglichen Zunahmen, der Futterverbrauch sowie der daraus errechnete Futteraufwand für die einzelnen Fütterungsphasen sowie für die gesamte Dauer beider Versuche zusammengestellt. In Versuch 1 zeigte sich in Fütterungsphase 1 mit 281 bzw. 287 g täglichen Zunahmen kein signifikanter Effekt der Monoglyceride. In der 2. Fütterungsphase unterschieden sich die täglichen Zunahmen mit 633 g in der Kontroll- und 682 g in der Testgruppe signifikant. Im Versuchsmittel wurde ein signifikanter Einfluss mit 453 g (Kontrolle) und 480 g (Testgruppe) täglichen Zunahmen knapp verfehlt ( $p=0,053$ ).

Auf den Futterverbrauch ließ sich im Versuchsmittel sowie in allen Fütterungsphasen kein signifikanter Effekt der Monoglyceridzulage feststellen. So wurden in Fütterungsphase 1 zwischen 449 und 475 g und in Fütterungsphase 2 zwischen 1123 und 1128 g Futter pro Tier und Tag verbraucht. Im Versuchsmittel beliefen sich die Werte auf 780 g in der Test- und auf 791 g in der Kontrollgruppe. In Versuch 1 verbesserte die Zulage der Monoglyceride im Versuchsmittel sowie in allen Fütterungsphasen den Futteraufwand pro kg Zuwachs signifikant. In Fütterungsphase 1 belief sich der Futteraufwand pro kg Zuwachs auf 1,56 kg in der Test- und auf 1,69 kg in der Kontrollgruppe. In der 2. Fütterungsphase betrugen die Werte 1,65 kg (Testgruppe) und 1,78 kg (Kontrolle). Im Mittel des Versuchs wurde ein Futteraufwand von 1,63 kg in der Test- und von 1,75 kg in der Kontrollgruppe ermittelt.

Tabelle 2: Aufzuchtleistungen, Futterabruf und Futteraufwand (LSQ-Werte)

	Versuch 1			Versuch 2		
	Kontrolle	Monoglyceride	sign. $p^1$	Kontrolle	Monoglyceride	sign. $p^1$
Tiere/Ausfälle (n)	94/2	93/3		94/2	96/-	
Tägliche Zunahmen (g)						
Phase 1	281	287	0,607	336	324	0,270
Phase 2	633 <sup>b</sup>	682 <sup>a</sup>	0,009	624	646	0,111
Gesamt	453	480	0,053	477	481	0,668
Futterverbrauch (g/Tier, Tag)						
Phase 1	475	449	0,289	518	480	0,065
Phase 2	1123	1128	0,908	1084	1059	0,425
Gesamt	791	780	0,704	794	762	0,150
Futteraufwand (kg/kg Zuw.)						
Phase 1	1,69 <sup>b</sup>	1,56 <sup>a</sup>	0,002	1,54	1,48	0,170
Phase 2	1,78 <sup>b</sup>	1,65 <sup>a</sup>	0,001	1,74 <sup>b</sup>	1,64 <sup>a</sup>	0,015
Gesamt	1,75 <sup>b</sup>	1,63 <sup>a</sup>	<0,001	1,67 <sup>b</sup>	1,58 <sup>a</sup>	0,030

<sup>1)</sup> Irrtumswahrscheinlichkeit

In Versuch 2 beeinflusste die Zulage der Monoglyceride weder im Versuchsmittel noch in den einzelnen Fütterungsphasen die täglichen Zunahmen signifikant. In Fütterungsphase 1 lagen die täglichen Zunahmen zwischen 324 und 336 g und in Fütterungsphase 2 zwischen 624 und 646 g. Im Versuchsmittel wurden mit 477 und 481 g nahezu gleich hohe tägliche Zunahmen ermittelt.

Auch wenn im Mittel von Versuch 2 zwischen 762 und 794 g Futter pro Tier und Tag verbraucht wurden, waren die Unterschiede statistisch nicht abzusichern. In der Betrachtung der einzelnen Fütterungsphasen waren ebenfalls keine signifikanten Effekte festzustellen. In Fütterungsphase 1 wurden zwischen 480 und 518 g und in Fütterungsphase 2 zwischen 1059 und 1084 g Futter pro Tier und Tag verbraucht. In Versuch 2 zeigte sich in Fütterungsphase 1 mit einem Futteraufwand von 1,48 kg in der Test- und 1,54 kg in der Kontrollgruppe kein signifikanter Effekt. In Fütterungsphase 2 sowie im Versuchsmittel verbesserte die Monoglyceridgabe den Futteraufwand pro kg Zuwachs signifikant. In Fütterungsphase 1 belief sich dieser auf 1,64 kg in der Test- und auf 1,74 kg in der Kontrollgruppe. Im Versuchsmittel lagen die entsprechenden Werte bei 1,58 kg in der Test- und bei 1,67 kg in der Kontrollgruppe.

In Versuch 1 wurde der Kot in den Buchten der Testgruppe durchgängig mit 2,0 und in den Buchten der Kontrollgruppe im Mittel mit 2,1 bewertet. In einer Bucht der Kontrollgruppe war zu Versuchsbeginn ein weicherer Kot zu beobachten (Note 3). In Versuch 2 wurde der Kot in allen Buchten im Mittel mit 2,0 bewertet.

In den Versuchen zeigte sich wie auch in vorausgegangenen Untersuchungen mit Monolaurin (Preißinger, 2017, 2018) eine signifikante Verbesserung des Futteraufwandes nach Zulage von Monoglyceriden. Bei gesundheitlich nicht angeschlagenen Tieren zeigte sich weder in Versuch 2 noch in den Untersuchungen von Preißinger et al. (2017, 2018) ein Effekt auf die täglichen Zunahmen.

## Zusammenfassung und Schlussfolgerung

In beiden Versuchen führte die Zulage von Monoglyceriden zu einer Verbesserung des Futteraufwandes pro kg Zuwachs. Auf die täglichen Zunahmen zeigte sich in Versuch 2 kein Effekt. Bei den gesundheitlich angeschlagenen Ferkeln von Versuch 1 wurden in der 2. Fütterungsphase signifikant höhere tägliche Zunahmen bei Zulage der Monoglyceride registriert. In der gesamten Aufzuchtperiode wurde das Signifikanzniveau bei den Tageszunahmen nur knapp verfehlt ( $p=0,053$ ). Der Einsatz von Monoglyceriden stellt eine Möglichkeit dar, die Leistungen bei gesundheitlichen Problemen zu optimieren.

## Literatur

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2008) Prediction of Metabolisable Energy of compound feeds for pig. *Poc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 199-204.

Herranz E., Miranda R., Fernandes A., Taboada E., Medel P. (2018): PSIV-13 Lactosed extruded wheat enriched with medium chain fatty acids monoglycerides as an alternative to ZnO and colistin in piglet diets. *J Anim Sci.* 2018;96(Suppl 3):318. doi:10.1093/jas/sky404.699

Preißinger, W., Propstmeier, G., Scherb, S. (2017): Mono- und Diglyceride der Laurinsäure in der Ferkelfütterung - Auswirkungen auf zootechnische Parameter und Tiergesundheit. Tagungsband 55. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. (BAT), 146 – 150

Preißinger, W., Propstmeier, G., Scherb, S. (2018): Laurinsäure in der Ferkelfütterung. *Landwirt*, 10, 36-37



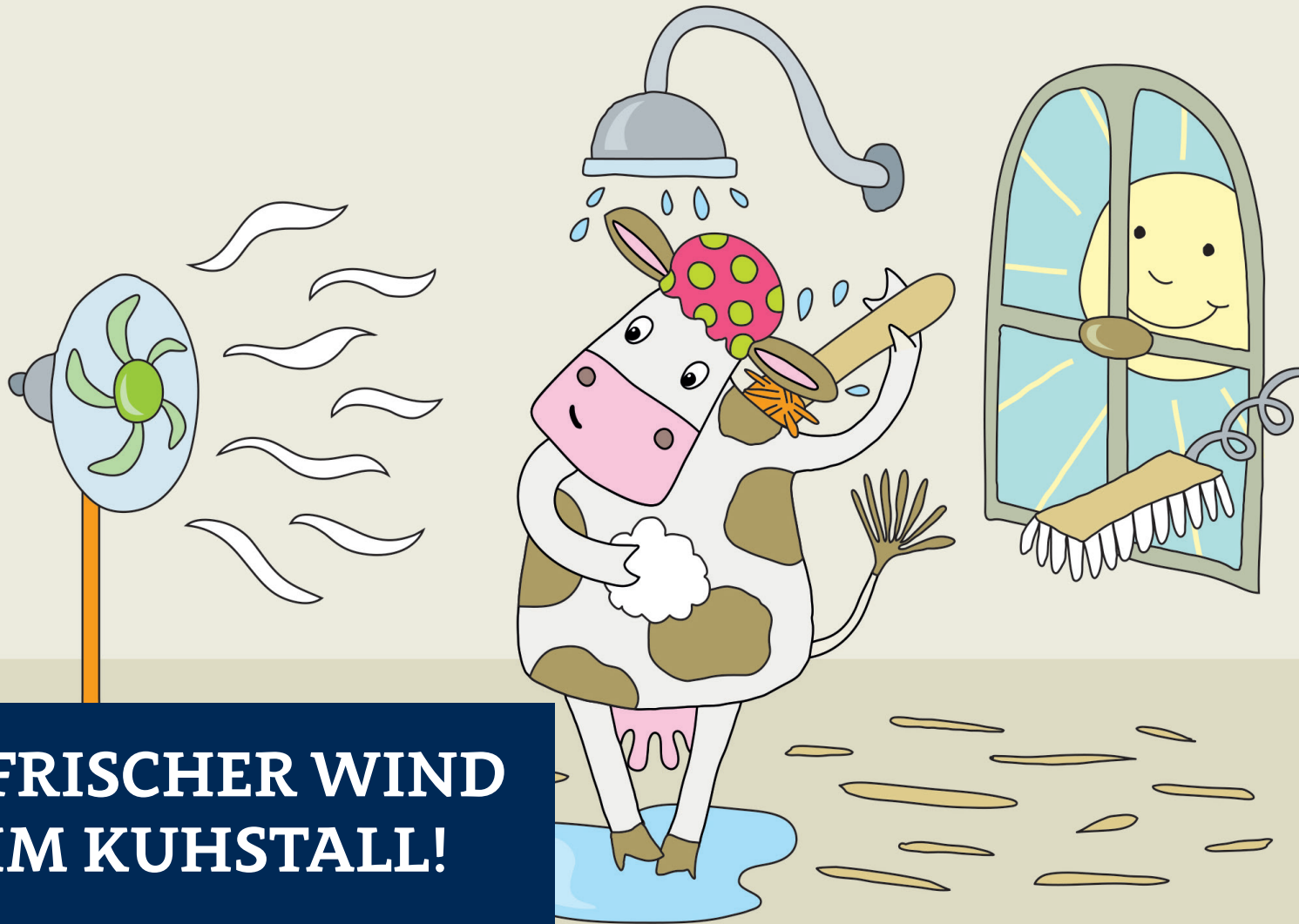
Roth, F. X., Windisch, W. (2000): Organische Säuren in der Schweinefütterung: Konservierungsmittel mit Leistungsförderern Potential. 6. Tagung Schweine –und Geflügelernährung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Tagungsband S. 51 -56

VDLUFA-Methodenbuch Band III: Die Untersuchung von Futtermitteln 3. Aufl. 1976, 8. Ergänzlief. 2012, VDLUFA-Verlag Darmstadt.

Zentek, J., Buchheit-Renko, S., Ferrara, F., Vahjen, W., Van Kessel, A.G., Pieper, R. (2011): Nutritional and physiological role of medium-chain triglycerides and medium-chain fatty acids in piglets. Anim Health Res. Rev. 12(1); 83–93

**Autorenanschrift:**

Dr. Wolfgang Preißinger  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Stadtschwarzacher Str. 18  
D-97359 Schwarzach a. Main  
E-Mail: wolfgang.preissinger@LfL.bayern.de



## FRISCHER WIND IM KUHSTALL!

Optimale Bedingungen im Stall für Mensch und Tier  
sowie mehr Freude an der Arbeit mit der  
**LKV-Kuhkomfortberatung.**

**Wir konnten Ihr Interesse wecken?**

Dann kontaktieren Sie uns unter 089-544 348 934  
oder per E-Mail: [beratung@lkv.bayern.de](mailto:beratung@lkv.bayern.de)

**Wir freuen uns auf Sie!**

# Antimikrobielle Einflüsse eines phytogenen Futterzusatzstoffes im In-vitro-Versuch gegenüber Antibiotika und MCFAs

**Anne Möddel, Iris Kröger, Elisabeth Holl**

Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, Niederzissen, DE

## Einleitung

Eine im Hinblick auf Ressourcenschonung und verbesserte Tiergesundheit optimierte Fütterung steht immer stärker im Fokus der Verbraucherakzeptanz. Diese Entwicklung steigerte in den letzten Jahren den Bedarf an pflanzlichen Zusätzen. Ein Kernbereich dabei ist die Unterstützung der Gesundheit und Leistung durch Verdauungsförderung sowie antimikrobielle Effekte.

Der Verdauungstrakt mit seinem anaeroben Habitat für Mikroorganismen steht dabei im Mittelpunkt. Eine Stabilisierung des Mikrobioms kann hier einen großen Einfluss auf die Gesundheit der Tiere haben. Die Haupteinflussfaktoren sind die zur Verfügung stehenden Nähr- und Wirkstoffe, beeinflusst durch die Art und Menge des Futters und die Frequenz der Fütterung.

Ein wesentlicher Vorteil ist die Hemmung von pathogenen Bakterien, besonders wenn es durch Stresssituationen wie Absetzen und Futterumstellungen zu einer Veränderung der Bakterienstämme kommen kann. In der Schweineproduktion ist *Streptococcus suis* (*S. suis*), ein grampositives Bakterium, eines der wichtigsten Pathogene. Es verursacht ein breites Spektrum an Krankheitssyndromen bis hin zu Hirnhautentzündung und toxischem Schock (Staats et al., 1997). Ein weiteres grampositives Bakterium ist *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), welches auch mit einer Vielzahl von Krankheiten, unter anderem Mastitis, verknüpft wird.

Eine Hemmung dieser Mikroorganismen ist für das Tier von großem Nutzen, da Futterzusatzstoffe durch ihren antimikrobiellen Einfluss Auswirkungen auf Tier- Gesundheit und Leistung haben können.

In-vitro-Methoden bieten die Chance, die antimikrobiellen Eigenschaften verschiedener Additive darzustellen und ihre Wirkungsbereiche effektiv zu ermitteln. Dabei sind die unter kontrollierten Bedingungen erzielten Ergebnisse direkt sichtbar und nicht durch äußere Einwirkungen verzerrt.

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Effekte eines phytogenen Zusatzstoffes (Anta®Phyt) im Vergleich zu einem Antibiotikum (Tetrazyklone) und einer mittelkettigen Fettsäure (Laurinsäure) auf das Wachstum von *S. suis* und *S. aureus* in einem Hemmstofftest. Der In-vitro-Versuch wurde in einem mikrobiologischen Labor in Deutschland durchgeführt.

## Material und Methoden

Der in-vitro antibakterielle Effekt von Anta®Phyt wurde in zwei Konzentrationen, 200 ppm (AP200) bzw. 400 ppm (AP400), getestet. Die Konzentration für das Antibiotikum lag bei 5 ppm (T5) und die für die Laurinsäure bei 2000 ppm (MCF A2000). Die Dosierungen wurden gemäß in der Praxis üblichen Mengen gewählt.

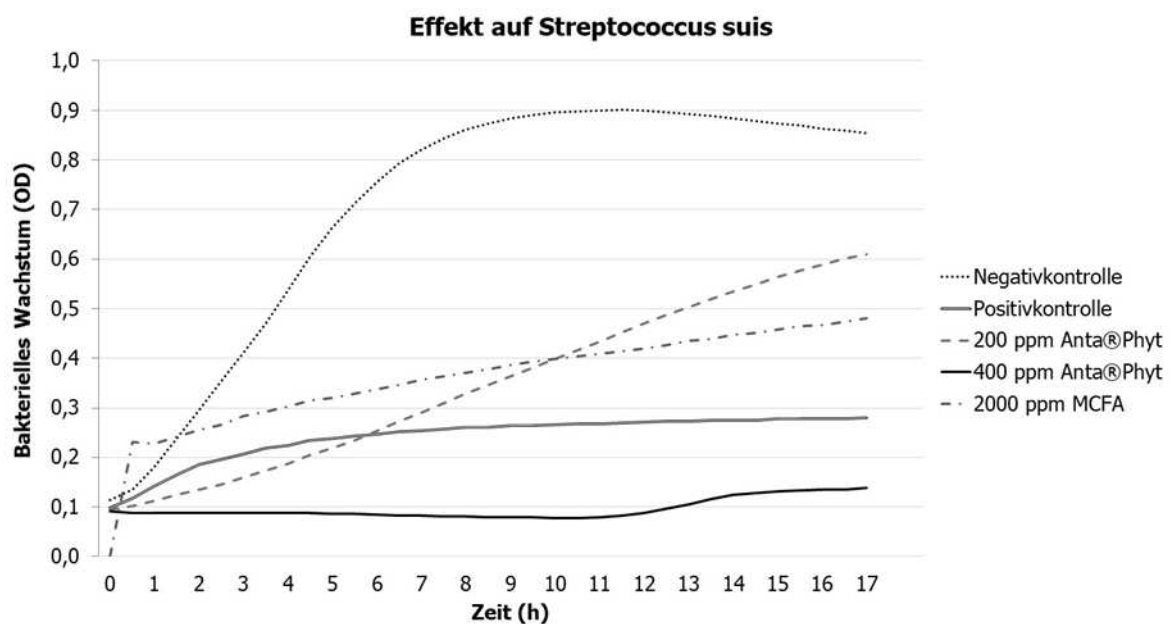
Die Kultivierung von *S. aureus* erfolgte unter aeroben Bedingungen über 18 Stunden. Hierbei wurden 5 ml flüssiges LB-Medium bzw. TSB-HE in einem Reagenzröhrchen mit ein bis zwei frischen Bakterienkolonien beimpft und bei 37°C über Nacht inkubiert. Am nächsten Morgen wurden 25 ml

frisches Medium mit einer Verdünnung von 1:10 angeimpft und die Bakterienzellen für ca. 2–3 h bei 37°C im Inkubator bebrütet. Für den Hemmstofftest wurde die entsprechende Bakterienkultur bis zu einer optischen Dichte (OD600) von 0,1 verdünnt und in einer Mikrotiterplatte mit den vorab belegten Hemmstoffen (in gewünschten Konzentrationen) mit Medium pipettiert.

*S. suis* wurde unter fakultativ anaeroben Bedingungen über 17 Stunden kultiviert. Hierbei wurde eine Vorkultur von *S. suis* in einem Hungate-Röhrchen mit 5 ml CM-Medium (Begasen mit Stickstoff für 4 Min.) über Nacht bei 37°C angezogen. Am nächsten Morgen wurde die zweite Kultur in einer anaeroben Flasche mit 25 ml CM-Medium für 2–3 h wachsen gelassen und anschließend für den Hemmstofftest verwendet.

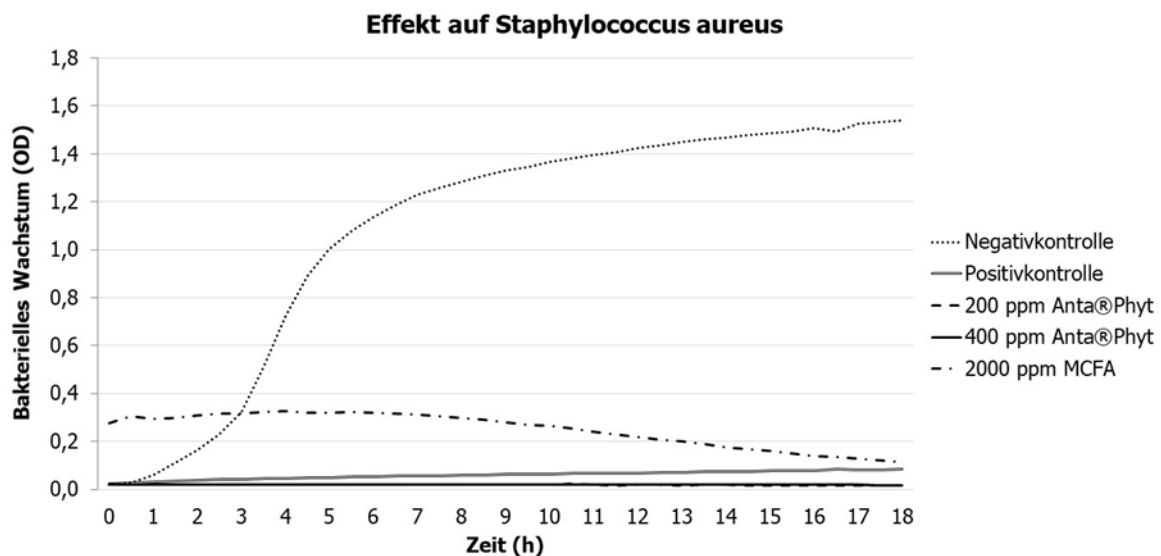
Das Bakterienwachstum wurde über die kontinuierliche Messung der optischen Dichte mittels eines Photometers in Zeitintervallen von jeweils 30 Minuten ermittelt.

## Ergebnisse



**Abbildung 1:** Effekt verschiedener Futterzusätze auf das Wachstum von *Streptococcus suis* über einen Zeitraum von 17 Stunden in-vitro

Die Wachstumskurven von *S. suis* (Abb. 1) zeigen erkennbare Unterschiede. Bei der Negativkontrolle fand keine Hemmung statt. Der phytogene Zusatz zeigte eine dosisabhängige Wirkung. AP200 zeigte ebenso wie T5 und MCFA2000 nur eine begrenzte Hemmung von *S. suis*, während AP400 das Wachstum über den kompletten Versuchsverlauf hemmte.



**Abbildung 2:** Effekt verschiedener Futterzusätze auf das Wachstum von *Staphylococcus aureus* über einen Zeitraum von 18 Stunden in-vitro

Für *S. aureus* konnte eine höhere Sensibilität für die verschiedenen Zusätze festgestellt werden (Abb.2). Bei T5, AP200 und AP400 wurde eine komplette Hemmung des Bakterienwachstums beobachtet, während MCFA2000 ein gewisses Wachstum in den ersten 17 Stunden zuließ, wenn auch auf einem niedrigeren Niveau als bei der Negativkontrolle.

## Diskussion

Im Rahmen der viel diskutierten Reduktion von Antibiotika in der Tierproduktion ist die mögliche antibakterielle Wirkung phytogener Zusatzstoffe bei allen Tierarten von großem Interesse. Viele Produkte, die als Alternativen zu Antibiotika zum Beispiel beim Schwein eingesetzt werden, zielen auf eine Reduzierung der pathogenen Belastung im Darm und der Verbesserung der intestinalen Gesundheit ab (Pluske et al. 2018). Gerade beim Ferkel entstehen viele Probleme durch eine Veränderung der Mikroflora nach dem Absetzen. Nach Su et al. (2008) verschwanden nach dem Absetzen die Milchsäurebakterien aus dem Magen und wurden durch potentiell pathogene Arten wie *Streptococcus suis* ersetzt, die auch im Jejunum und Ileum nachgewiesen wurden. Der Einsatz potentiell antibakterieller Zusatzstoffe wie Anta®Phyt in der Futteroptimierung kann sich dort positiv auswirken. MCFA zeigen in diesem Fall nicht die gleichen Effekte. Der Zusatz von T5 zeigt vergleichbare Effekte, ist aber in Hinblick auf Resistenzbildung und Nachhaltigkeit für den Einsatz in vivo nicht gewünscht.

Eine Futteroptimierung in Richtung einer positiven Beeinflussung der intestinalen Mikrobiota hat mögliche Auswirkungen auch auf die Futtereffizienz. So zeigten McCormack et al. (2017) den Effekt von kompositorischen Unterschieden in der Mikroflora auf Futterverdaulichkeit und Energiegewinn bei Schweinen.

Holl et al. (2013) beschrieben einen mit Monensin vergleichbaren Einfluss von Anta® Phyt auf die Modulation der Darmflora von Geflügel, die auf eine Wirkung gegen grampositive Keime hinweist. Diese Wirkung war auch verknüpft mit einer Steigerung der Futterverwertung, ein Ergebnis, das schon Blässe et al. (2012) bei Ferkeln beobachteten.

Die oben beschriebenen Ergebnisse sind auch für die Wiederkäuerfütterung von Bedeutung. *Staphylococcus aureus* und *Streptococcus ssp.* stehen in Verbindung mit dem Auftreten von Mastitiden, die häufig mit Antibiotika therapiert werden müssen (Bradley, 2002). *S. aureus* weist bereits Resistenzen gegenüber Methicilin auf (MRSA) (Holmes und Zadoks, 2011), was die Reduktion von Medikamenteneinsätzen umso wünschenswerter macht.

Der Einsatz antibakteriell wirkender Substanzen kann auch zu gewünschten Veränderungen des Pansenmikrobioms führen und mitentscheidend für eine optimale Verdauung und Energieversorgung von Milchkühen sein. Versuche zeigten bereits, dass der getestete phytogene Zusatzstoff das Potenzial hat, den Pansen-pH-Wert zu stabilisieren und die Diversität und den Reichtum des Pansenmikrobioms zu steigern (De Nardi et al., 2016). Dies ist besonders entscheidend bei einer unausgewogenen Ration, die eine subakute Acidose fördert. Eine erhöhte Diversität des Pansenmikrobioms kann zu einer verbesserten Faserverdauung führen und die Produktion kurzkettiger Fettsäuren im Pansen anregen.

## Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Das antibakterielle Potenzial verschiedener Zusätze, insbesondere des phytogenen Zusatzes Anta® Phyt, gegen gram-positive Bakterien ist im Hinblick auf die im Magen lebenden Mikroorganismen von Bedeutung. Hierbei sind unter den Mikroorganismen viele nützlich, andere hingegen bei einer zu starken Vermehrung schädlich mit negativen Auswirkungen. Die Hemmung dieser Pathogene kann ein Weg sein zu einer erfolgreichen Ernährung mit verbesserter Leistung und Gesundheit der Tiere.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass der getestete phytogene Zusatzstoff eine hemmende Wirkung auf das Wachstum der grampositiven Bakterien *S. suis* und *S. aureus* hat, die vergleichbar oder besser ist als die von Laurinsäure und Tylosin. Dies weist darauf hin, dass der Einsatz von Anta® Phyt positive Effekte für Gesundheit und Leistung in der Fütterung sowohl von Geflügel und Schweinen als auch von Wiederkäuern haben kann.

## Literatur

- Blässe AK, Holl E, Mohr U, Durst L. (2012) A phytogenic feed additive positively affects animal production and ileal microflora. 50. Jahrestagung der BAT e. V.
- Bradley AJ (2002) Bovine Mastitis: An evolving disease, The Veterinary Journal 163, 1 - 13
- De Nardi R, Marchesini G, Li S, Khafipour E, Plaizier KJ, Gianesella M, Ricci R, Andrighetto I, Segato S. (2016) Metagenomic analysis of rumen microbial population in dairy heifers fed a high grain diet supplemented with dicarboxylic acids or polyphenols. BMC Vet Res. 2016 Feb 19;12:29.
- Holl E, Blässe AK, Vahjen W, Männer K (2013) Positive effects of a new phytogenic feed additive on broiler performance and microflora, 12. BOKU Tagung
- Holmes, M.A., Zadoks, R.N. Methicillin Resistant *S. aureus* in Human and Bovine Mastitis. J Mammary Gland Biol Neoplasia 16, 373–382 (2011). <https://doi.org/10.1007/s10911-011-9237-x>
- McCormack UM, Curião T, Buzoianu SG, Prieto ML, Ryan T, Varley P, Crispie F, Magowan E, Metzler-Zebeli BU, Berry D, O'Sullivan O, Cotter PD, Gardiner GE, Lawlor PG. (2017) Exploring a possible link between the intestinal microbiota and feed efficiency in pigs. Appl Environ Microbiol 83:e00380-17

Pluske JR, Turpin DL, Kim JC (2018) Gastrointestinal tract (gut) health in the young pig. *Animal Nutrition* 4, 187-196

Staats, JJ, Feder, I, Okwumabua, O, Chengappa, MM. (1997) *Streptococcus suis*: past and present. *Veterinary Research Communications*, 21 (6), 381-407

Su Y, Yao W, Perez-Gutierrez ON, Smidt H, Zhu WY. (2008), Changes in abundance of *Lactobacillus* spp. and *Streptococcus suis* in the stomach, jejunum and ileum of piglets after weaning, *FEMS Microbiology Ecology*, Volume 66, Issue 3, December 2008, Pages 546–555

**Autorenanschrift:**

Anne Möddel  
Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG  
Im Stiefelfeld 10  
D-56651 Niederrissen  
E-Mail: a.moeddel@dr-eckel.de

# Außerordentlich vielseitig, erstaunlich wirkungsvoll.

**Anta®Phyt:** die phytogene Power für alle Tierarten



Unser preisgekröntes **Anta®Phyt** – mehrfach *in vitro* und *in vivo* getestet und in der Praxis bewährt. Die innovative Kombination hochwirksamer Pflanzenextrakte mit breitem Wirkungsspektrum wird auch Sie überzeugen.

Nutzen Sie **Anta®Phyt**, die hochwirksame Kombination für alle Tierarten, für Ihre Herausforderungen und Ihren Erfolg. Wir beraten Sie gerne.

**Anta®Phyt** wird gefördert vom zentralen Innovationsprogramm Mittelstand.





## **Einfluss eines Ergänzungsfutters auf Basis von Hefen, Kräutergrünmehl und Zink auf zootechnische Parameter und Kotbeschaffenheit von abgesetzten Ferkeln**

**Wolfgang Preißinger<sup>1</sup>, Simone Scherb<sup>1</sup>, Günther Propstmeier<sup>1</sup>, Vera Becher<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Grub und Schwarzenau, Deutschland

<sup>2</sup> Saluvet GmbH Bad Waldsee, Deutschland

### **Einleitung**

Seit einigen Jahren werden phytogene Futterzusatzstoffe beim Schwein zur Leistungsabsicherung und Leistungssteigerung diskutiert und auch verwendet (Windisch et al., 2008). Sie werden u.a. mit dem Ziel eingesetzt, die Gesundheit sowie die Gewichtszunahme und die Futterverwertung zu verbessern. Nicht zuletzt wird dabei auch dem Umweltaspekt Rechnung getragen, da durch die Zulage von bestimmten Futtermittelzusätzen eine Verringerung der tierischen Ausscheidungen und damit eine Reduzierung der Umweltbelastung einhergehen können. In einem Ferkelfütterungsversuch wurde untersucht, wie sich der Zusatz eines speziell entwickelten Produkts aus Hefen und Kräutergrünmehl in Verbindung mit einem erhöhten Zinkgehalt auf Leistung und Kotbeschaffenheit bei Ferkeln auswirkt.

### **Material und Methoden**

Der Fütterungsversuch wurde am Versuchs- und Bildungszentrum Schwarzenau durchgeführt. Das Testprodukt wurde als Ergänzungsfutter für Ferkel mit folgender Deklaration geliefert:

- Zusammensetzung: Natriumchlorid, Hefe, Kräutergrünmehl
- Zusatzstoffe: 1.290 mg Zinkoxid, 5.500 mg als Zinksulfat, Monohydrat
- Inhaltsstoffe: 6 % Rohprotein, 1,5 % Rohfett, 3 % Rohfaser, 60 % Rohasche, 15 % Natrium, 0,3 % Lysin, 0,1 % Methionin

Für den Versuch wurden 96 abgesetzte, schwanzkupierte Ferkel der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse (LM), Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf folgende Versuchsgruppen aufgeteilt.

- A: Kontrollgruppe
- B: 1,0 % des Ergänzungsfutters im Ferkelaufzuchtfutter (= Absetzfutter A) über 12 Tage
- C: 0,7 % des Ergänzungsfutters im Ferkelaufzuchtfutter (= Absetzfutter B) über 12 Tage
- D: 0,7 % des Ergänzungsfutters im Ferkelaufzuchtfutter (= Absetzfutter B) über 19 Tage

Die Ferkel wurden in 8 Buchten zu je 12 Tieren auf Kunststoffspalten ohne Einstreu gehalten. Sie waren zu Beginn im Durchschnitt 27 Tage alt und wogen ca. 9,2 kg. Die Futterzuteilung erfolgte über Abrufstationen mit integrierter Futterverwiegung für das Einzeltier (Compident Station CID2006 MLP-

Ferkel, Schauer Agrotroic GmbH). Die LM wurden wöchentlich am Einzeltier erfasst In den Buchten wurde einmal pro Woche der Kot der Tiere bonitierte (Note 1=hart bis 4=wässrig).

Der Versuch gliederte sich in zwei Hauptfütterungsphasen. Phase I dauerte 26 Tage inklusive 5 Tage für die Gewöhnung der Ferkel an die Abrufstationen. Phase II lief über 21 Tage. In beiden Phasen wurden nährstoffangepasste Ferkelaufzuchtfutter (FAF) eingesetzt. Aus Tabelle 1 geht das Versuchsdesign hervor.

Tabelle 1: Versuchsdesign

Phase	Tag nach Absetzen	Fütterungsgruppe und eingesetztes Futter*			
		Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C	Gruppe D
I	1 – 12		Absetzfutter A	Absetzfutter B	
	13 – 19	FAF I			Absetzfutter B
	20 – 26		FAF I	FAF I	FAF I
II	27 – 47	FAF II	FAF II	FAF II	FAF II

Tabelle 2: Versuchsmischungen und kalkulierte Inhaltsstoffe (Angaben bei 88 % TM)

		Absetzfutter A	Absetzfutter B	FAF I	FAF II
Weizen	%	50	50	50	50
Gerste	%	23,5	23,8	25,5	28,5
Sojaöl	%	1,5	1,5	1	1
Sojaextraktionsschrot	%	19	19	18,5	15,5
Fumarsäure	%	1	1	1	1
Mineralfutter <sup>1)</sup>	%	4	4	4	4
Ergänzungsfuttermittel	%	1	0,7	0	0
ME	MJ	13,0	13,0	13,0	13,0
Rohprotein	g	180	181	180	170
Rohfaser	g	28	28	28	28
Lysin	g	12,2	12,2	12,1	11,4
Kalzium	g	6,9	6,9	6,9	6,9
Phosphor	g	4,6	4,6	4,6	4,5
Kupfer	mg	146	146	146	146
Zink	mg	162	142	95	94

<sup>1)</sup> mit 11 % Lysin; 3 % Methionin; 4,5 % Threonin; 0,4 % Tryptophan

Die Versuchsrationen wurden in der Versuchsmahl- und Mischanlage Schwarzenau hergestellt, in der Schraubmühle Volkach pelletiert und im Labor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen der LfL in Grub nach VDLUFA-Methoden analysiert (VDLUFA, 2012). Die Gehalte an umsetzbarer Energie (ME) wurden nach der Mischfutterformel (GfE, 2008) bestimmt.

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Statistikprogramm SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) mit der Prozedur GLM durchgeführt. Im Modell wurden als fixe Effekte die Behandlung, das Geschlecht und die Abstammung sowie die Interaktion von Behandlung und Geschlecht berücksichtigt.

## Ergebnisse und Diskussion

Die analysierten Inhaltsstoffe sowie die nach der Mischfutterformel ermittelten Gehalte an umsetzbarer Energie (ME) sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Gegenüber der vorab durchgeführten Kalkulation wurden bei allen Futtermitteln höher Gehalte an ME ermittelt. Die Unterschiede beliefen sich auf 0,3 bis 0,46 MJ ME je kg Futter. Die analysierten Futterinhaltsstoffe stimmten im Rahmen der Analysenspielräume mit den kalkulierten Werten überein bzw. lagen nur knapp außerhalb.

Tabelle 3: Gehalte an umsetzbarer Energie und analysierte Inhaltsstoffe der Futtermittel (Angaben pro kg bei 88 % TM)

		Absetzfutter A	Absetzfutter B	FAF I	FAF II
ME	MJ/kg	13,46	13,30	13,41	13,35
Rohasche	g/kg	52	53	54	51
Rohfett	g/kg	33	33	31	33
Rohfaser	g/kg	33	37	36	35
Rohprotein	g/kg	174	175	184	163
Lysin	g/kg	11,6	12,3	12,5	12,0
Cystin	g/kg	2,5	2,6	2,7	2,8
Threonin	g/kg	7,4	7,7	8,1	7,0
Tryptophan	g/kg	1,8	2,2	2,3	2,2
Kalzium	g/kg	7,2	7,5	6,8	7,9
Phosphor	g/kg	4,8	4,6	4,3	5,3
Natrium	g/kg	3,3	2,9	1,7	2,3
Kupfer	mg/kg	146	147	147	153
Zink	mg/kg	175	141	93	97
SBV <sup>†</sup>	mmol/kg	641	652	652	652

<sup>†</sup> Säurebindungsvermögen

Während des Versuchs wurden insgesamt 13 Ferkel aufgrund von Durchfall und Gelenksentzündungen behandelt. In der Kontrollgruppe A wurden sechs Tiere wegen Durchfalls medikamentös behandelt. Dies war mehr als in den Gruppen B und C mit jeweils einem bzw. in der Gruppe D mit zwei Tieren. Je ein Ferkel aus den Gruppen A und B fiel wegen Herz- und Kreislaufversagens aus. Ein Tier aus

Gruppe C wurde wegen Minderwachstums aus dem Versuch genommen, ein Ferkel aus Gruppe D fiel aufgrund einer Schulterverletzung aus.

In den Versuchswochen 2 und 3 wurde der Kot in den Buchten der Kontrollgruppe und der Gruppe C weicher eingestuft. In den Buchten der Testgruppe B war ein weicherer Kot in den Versuchswochen 3 und 4 zu erkennen. In Gruppe D wurde der Kot fast durchgängig mit der Note 2 als normal bewertet.

In Tabelle 4 sind die LM-Entwicklung, die täglichen Zunahmen, der Futterabruf sowie der Futteraufwand pro kg Zuwachs dargestellt. In den ersten zwölf Versuchstagen war kein Behandlungseffekt auf die LM-Entwicklung zu erkennen. Nach 19 Versuchstagen erreichten die Tiere in den Gruppen C und D mit jeweils 14,7 kg eine gegenüber der Kontrolle mit 15,7 kg signifikant niedrigere LM. In Gruppe B wurden 15,1 kg LM nach 19 Tagen erzielt. Zum Zeitpunkt der Futterumstellung auf das FAF II am 26. Versuchstag war kein Effekt der Behandlung auf die Lebendmassen mit Werten zwischen 18,3 und 19,1 kg zu erkennen.

In beiden Hauptfütterungsphasen traten keine signifikanten Unterschiede bei den täglichen Zunahmen auf. Im Versuchsmittel wurden 539 g (Kontrolle), 534 g (Gruppe B), 502 g (Gruppe C) und 495 g (Gruppe D) erzielt. Die Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe A und der Gruppe D waren statistisch signifikant. Beim Futterabruf und Futteraufwand traten in beiden Hauptfütterungsphasen sowie im Versuchsmittel keine signifikanten Unterschiede auf. Insgesamt wurde in den Gruppen C und D etwa 50 g weniger Futter pro Tier und Tag abgerufen, was die z.T. niedrigeren Leistungen verursacht haben könnte.

Tabelle 4: Aufzuchtleistungen, Futterverbrauch und Futteraufwand (LSQ-Werte)

		Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C	Gruppe D	sign. p <sup>1)</sup>
Tiere/Ausfälle	n	23/1	23/1	23/1	23/1	
Lebendmasse						
Versuchsbeginn	kg	9,2	9,2	9,2	9,2	0,999
nach 12 Tagen	kg	12,4	12,0	11,7	12,0	0,253
nach 19 Tagen	kg	15,7 <sup>a</sup>	15,1 <sup>ab</sup>	14,7 <sup>b</sup>	14,7 <sup>b</sup>	0,027
Umstellung auf FAF II		19,1	18,8	18,2	18,3	0,334
Versuchsende		34,0	33,7	32,3	31,9	0,065
Tägliche Zunahmen						
Phase 1	g	383	368	349	350	0,225
Phase 2	g	743	750	701	683	0,075
gesamt	g	539 <sup>a</sup>	534 <sup>ab</sup>	502 <sup>ab</sup>	495 <sup>b</sup>	0,048
Futterabruf pro Tag						
Phase 1	g	590	586	523	573	0,295
Phase 2	g	1168	1149	1120	1081	0,218
gesamt	g	860	850	800	811	0,267
Futteraufwand pro kg Zuwachs						
Phase 1	kg	1,57	1,60	1,50	1,67	0,465
Phase 2	kg	1,59	1,54	1,61	1,59	0,515
gesamt	kg	1,57	1,56	1,56	1,61	0,717

<sup>1)</sup> Irrtumswahrscheinlichkeit

## Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Im Versuch zeigte sich kein Effekt des Ergänzungsfuttermittels auf Futteraufnahme und Leistung. Die 0,7-prozentige Einsatzmenge über 19 Tage (Gruppe D) führte gegenüber der Kontrolle zu signifikant verminderten täglichen Zunahmen. Der Futterabruf lag in allen Testgruppen niedriger als in der Kontrollgruppe. Möglicherweise beeinträchtigte das Ergänzungsfutter den Geschmack des Ferkelfutters negativ. Positiv war der Effekt auf das Durchfallgeschehen. Bei Einsatz des Ergänzungsfuttermittels mussten weniger Tiere medikamentös behandelt werden (1 bzw. 2 Tiere gegenüber 6 Tieren in der Kontrolle).

## Literatur

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie 2008: Prediction of Metabolisable Energy of compound feeds for pig. Poc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 199-204.

VDLUFA-Methodenbuch Band III: Die Untersuchung von Futtermitteln 3. Aufl. 1976, 8. Ergänzlief. 2012, VDLUFA-Verlag Darmstadt.

Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., Kroismayr, A. 2008: Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. J. Anim. Sci. 86, Suppl. 14, E140-E148

### **Autorenanschrift:**

Dr. Wolfgang Preißinger  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Stadtschwarzacher Str. 18  
D-97359 Schwarzach a. Main  
E-Mail: wolfgang.preissinger@LfL.bayern.de

# • WIR ALLE • BRAUCHEN UNS ALLE



#teamösterreich

Wir **Landwirte** brauchen die Menschen, die unsere Produkte wertschätzen und die **Verarbeiter**, die sie veredeln. Wir **Verarbeiter** brauchen unsere Bauernfamilien, ihre guten Produkte und den Handel. Wir **Händler** brauchen hochwertige Produkte und das Vertrauen der Konsumenten. Wir **Konsumenten** brauchen Bauern in der Region und erstklassige Lebensmittel. Wir **alle** brauchen uns **alle**.





## **Einfluss eines standardisierten Citrusextraktes als Futterergänzung auf die Mikrobiota der Sau, ihr Wohlbefinden und die Leistung der Ferkel nach dem Absetzen**

**Sekhou Cisse\* §, Mohamed El Amine Benarbia\* §, Marie Friedrich\* , Beatrice Gabinaud†, Éric Belz‡, David Guilet§, Pierre Chicoteau\* §, Olivier Zemb†, Fabiola Reindl#**

\* Nor-Feed SAS, 3 rue Amedeo Avogadro, 49070 Beaucouzé, France

§ FeedInTech, 42 rue Georges Morel, 49070 Beaucouzé, France

† GenPhySE, Université de Toulouse, INRA, INPT, ENVT, Castanet Tolosan, France

‡ CAREPHYT, 3 rue Amedeo Avogadro, 49070 Beaucouzé, France

# Pulte GmbH & Co. KG, Hirtenweg 2, 82031 Grünwald, Deutschland

### **Einleitung**

Die Tiergesundheit ist ein Schlüsselement für die erfolgreiche Tierhaltung. In der Schweinezucht sind Verdauungsstörungen häufig, insbesondere in kritischen Phasen wie dem Abferkeln (Tabeling et al., 2003). Diese Verdauungsstörungen sind eng mit der Dysbiose der Darmmikrobiota verbunden (Pearodwong et al., 2016; Peltoniemi et al., 2016; Zhao und Yu, 2016) und können dramatische Folgen für die zootechnische Leistung und das Wohlbefinden von Schweinen haben (Cao et al., 2017).

Citrusextrakte enthalten Pektin-Oligosaccharide und Citroflavonoide als aktive Wirkstoffe, deren Effekte auf den Darm und seine Mikrobiota nachgewiesen wurden (Gómez et al., 2014; Unno et al., 2015). Zudem weist mindestens eines der Citroflavonoide (Hesperidin) einen Einfluss auf die Magen-Darm-Motilität auf (Mendel et al., 2016). Die Ergebnisse lassen somit einen positiven Effekt von Citrusextrakt auf den Darm und seine Mikrobiota erwarten.

Bislang sind jedoch Daten zum Einfluss von Citrusextrakt auf die zootechnischen Leistungen und das Wohlbefinden von Sauen rar, insbesondere während der peripartalen Phase. Daher war das Ziel dieser Studie, die Wirkung einer Supplementierung mit einem standardisierten natürlichen Citrusextrakt (SNCE) rund um das Absetzen auf die Gesundheit der Sau und der Ferkel und deren zootechnische Leistungen zu bewerten.

### **Material & Methoden**

Diese Studie wurde in strikter Übereinstimmung mit den Empfehlungen der Europäischen Leitlinien für die Unterbringung und Pflege von Tieren (Richtlinie 86/609/EWG) durchgeführt.

#### Tiere und Fütterung

50 Sauen (Large-White x Landrasse) wurden zufällig in zwei Gruppen aufgeteilt: eine Kontrollgruppe (CTL) (23 Sauen) mit einem Standardfutter und eine SNCE-Gruppe (27 Sauen) mit einem Standardfutter ergänzt mit 2500 ppm Citrusextrakt (SNCE, (NOR-SPICE AB®)). Die Supplementierung



erfolgte 10 Tage vor bis 5 Tage nach der Abferkelung. Für den Versuch wurden sowohl Sauen in der ersten Laktation als auch multipare Sauen ausgewählt. Die Sauen wurden auf Spaltenboden bei Temperaturen von 20°C bis 25°C gehalten.

#### Zootechnische Leistungen:

Die Futteraufnahme der Sauen wurde täglich erfasst, und alle zwei Stunden fand eine Bestandskontrolle statt. Als ein Parameter wurde auch das Intervall zwischen dem Abferkeln und dem ersten Kotabsetzen registriert. Für die Auswertung der Ferkelleistungen wurden 20 Würfe der SNCE-Sauen-Gruppe und 14 Würfe der Sauen der Kontrollgruppe herangezogen. Bei Bedarf wurde ein Wurfausgleich innerhalb derselben Gruppe vorgenommen. Die Wiegung der Ferkel erfolgte pro Wurf 24 Std. und 7 Tage nach der Abferkelung. Für jeden Wurf wurde das Durchschnittsgewicht und die mittlere Gewichtszunahme zwischen den 24 Std. und 7 Tagen berechnet.

#### Probenahmeverfahren für die Mikrobiota-Analyse der Sauen:

Am Ende des Versuchs wurden 8 Sauen aus jeder Gruppe (CTL-Gruppe und SNCE-Gruppe) für die Analyse der Mikroflora im Kot zufällig ausgewählt. Dafür wurde der Rektuminhalt jeder Sau aseptisch gesammelt und bis zur Verwendung in einem luftdichten Gefäß bei -20°C aufbewahrt.

#### Mikrobiota Analyse:

Die Analyse der fäkalen Mikrobiota basierte auf der 16S-ribosomalen DNA-Sequenzierung nach Verschuren et al. (2018). Die Ergebnisse werden in operativen taxonomischen Einheiten (OTU) ausgedrückt, welche eine Annäherung der Bakterienarten darstellen (Nguyen et al., 2016). Die Zugehörigkeit der OTUs wurde mit usearch V11.0.667 auf dem RDP-Datensatz16 ermittelt.

#### Statistische Analyse:

Die statistischen Analysen der zootechnischen Leistungen wurden mit den entsprechenden Tests durchgeführt, wobei das Signifikanzniveau bei  $p < 0,05$  lag. Die OTU-Häufigkeitstabelle wurde mittels Diskriminanzanalyse unter Verwendung der Hauptkomponente (DAPC) analysiert (Jombart et al., 2010) und mit Hilfe der NCBI-BLAST 16S-Datenbank für ribosomale RNA-Sequenzen abgeglichen. Die Überprüfung der Ähnlichkeit zwischen DNA-Proben von Sauen erfolgte mit dem Bray-Curtis-Unähnlichkeitsindex. Für die statistische Analyse der Ergebnisse aus der Sequenzierung wurde die R-Software herangezogen (R Development Core Team (2008)).

## **Ergebnisse**

#### Effekte der SNCE Supplementierung bei Sauen

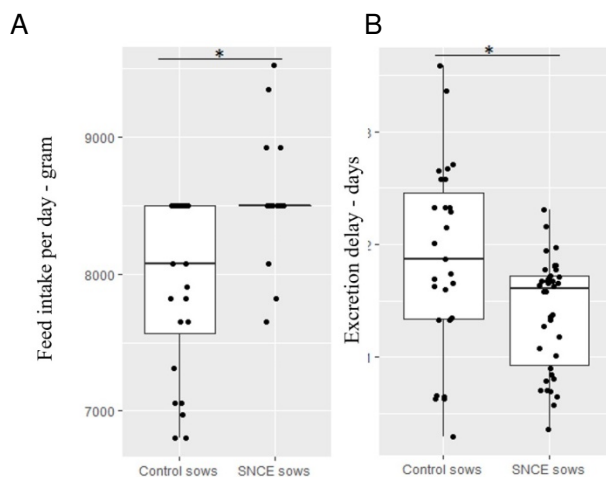
Sauen, die über das Futter SNCE erhielten, zeigten im Vergleich zur Kontrolle eine höhere Futteraufnahme (Abb. 1A). Während der Versuchsperiode wurde keine Mortalität festgestellt. Auch die Verzögerung zwischen dem Abferkeln und dem ersten Kotabsetzen war in der SNCE-Gruppe (1,35 Tage, N=27) signifikant geringer als in der CTL-Gruppe (1,88 Tage, N=23;  $p < 0,05$ ) (Abb. 1B).

Die Diskriminanzanalyse ermöglichte es, die mikrobiellen Gemeinschaften von SNCE-Sauen von denen der Kontrollsau unter Verwendung von 21 OTUs (AUC=96%) (Abb. 2) mit einer Sequenzierungstiefe von 24830 Sequenzen zu trennen. Aus den 21 differenzierten OTUs waren 4 der Familie der Lactobacillaceae zuzuordnen, während 9 zu den Clostridiaceae zählten. Interessanterweise

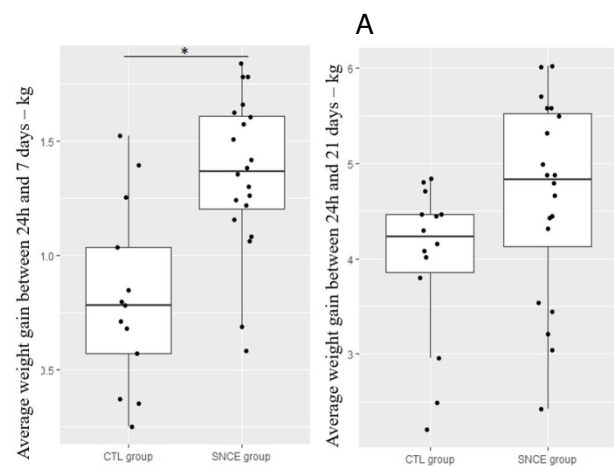
war auch die durch Kultivierung auf selektivem Medium gemessene Abundanz von *Lactobacillus* um das Dreifache erhöht (von  $1,41 \pm 0,54 \times 10^8$  auf  $5,83 \pm 0,62 \times 10^8$  KBE/ml;  $p < 0,05$ ). Die anderen differenzierten OTUs gehörten zu den Enterobacteriaceae, den Streptococcaceae, den Porphyromonadaceae und den Sphingobacteriaceae.

#### Folgewirkung auf die Ferkelleistung:

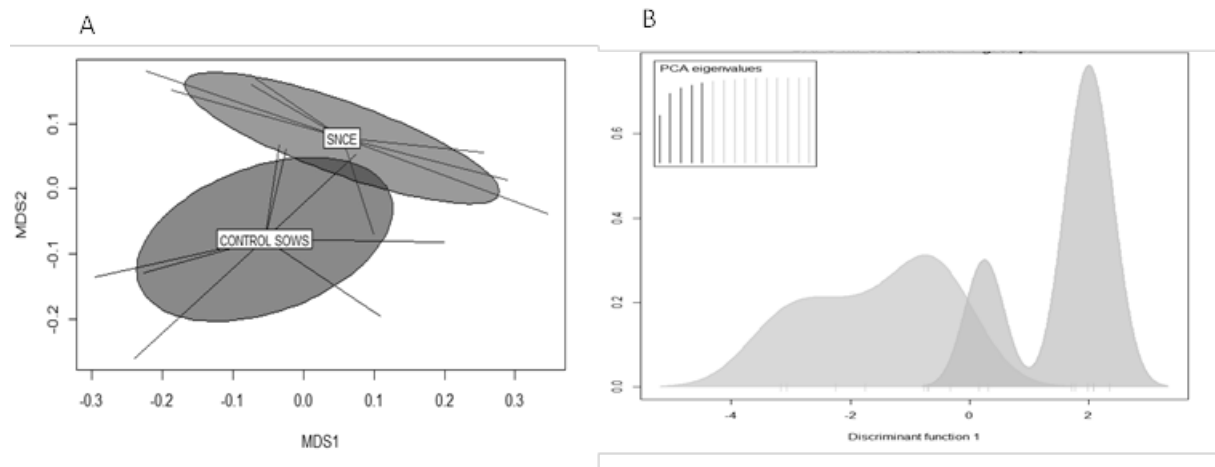
Die Supplementierung mit SNCE im Sauenfutter korrelierte mit einem höheren Gewichtszuwachs der Ferkel ( $p = 0,02$ ) zwischen 24 Stunden und 7 Tagen nach der Geburt (Abb. 3A). Dieser Unterschied blieb auch nach 21 Tagen bestehen (Abb. 3B), war aber nicht mehr signifikant ( $p = 0,051$ ,  $N=20$ ). Bei der Mortalität von Ferkeln der SNCE-Gruppe ( $1,84 \pm 2,10$ ) und der CTL-Gruppe ( $1,45 \pm 2,06$ ) wurde kein Unterschied beobachtet.



**Abbildung 1:** Auswirkung von SNCE auf Futteraufnahme und verzögerten Kotabsatz der Sauen. Vergleich der beiden Behandlungen mittels T-Test für die Ausscheidungsverzögerung ( $p$ -Wert 0,011) und mittels Wilcoxon-Test für die Futteraufnahme pro Tag ( $p$ -Wert 0,0017).



**Abbildung 3:** Konsequenz der mütterlichen Darmmodulation auf die Gewichtszunahme der Ferkel. Die  $p$ -Werte des  $t$ -Tests betragen 0,02 und 0,051 (14 Würfe von Kontrollsauern und 21 Würfe von SNCE-Sauen).



**Abbildung 2:** Auswirkungen des SNCE auf die fäkalen mikrobiellen Gemeinschaften der Sauen, aus Rectumproben 5 Tage nach dem Abferkeln mittels nMDS (A) und DAPC, wobei 5 Hauptkomponenten 94% der Variabilität erfassten (B). Der STRESS-Wert in der Ähnlichkeitsstrukturanalyse (MDS) beträgt 0,088 und der mit dem ADONIS-Verfahren bewertete p-Wert 0,093 (A), während die a-Score-Funktion zu p-Werten für die SNCE-Sauen (blau) von 0,04 und 0,05 und für die Kontrollsau (rot) von 0,04 bzw. 0,05 führt (B).

## Diskussion

Die Supplementierung mit Citrusextrakt (SNCE) während der peripartalen Phase erlaubt es den Sauen, die Futteraufnahme zu steigern. Indes zeigten verfügbare wissenschaftliche Studien einen Rückgang der Futteraufnahme von Schweinen, die mit 10 bis 150 g/kg Citrus-basierten Produkten gefüttert wurden (Baird et al., 1974; Moset et al., 2015). Eine Erklärung für die abweichenden Ergebnisse kann die Dosierungshöhe sein, wichtiger scheint jedoch die Herkunft der getesteten Citrusfrüchte. Tatsächlich kann ein auf dem Markt verfügbares Citrusprodukt aus einer spezifischen Citrussorte oder einer Kombination bestehen. Dementsprechend variieren die aktiven Verbindungen erheblich, was zu einer großen Variabilität der Wirksamkeit des Produkts führen kann (Moset et al., 2015). Diese Ergebnisse zeigen die Bedeutung der Standardisierung, wenn es um die Verwendung natürlicher Lösungen geht, um ihre Wirkung unabhängig von der Erntezeit der Citrusfrüchte zu gewährleisten. Der hier untersuchte SNCE (NOR-SPICE AB<sup>®</sup>) ist durch sein Herstellungsverfahren, aber auch in Bezug auf die Konzentration einiger aktiver Verbindungen wie Gesamtphenolverbindungen oder einiger Citroflavonoide (Hesperidin, Eriocitrin) standardisiert.

In der vorliegenden Studie hatte SNCE einen positiven Einfluss auf das Wohlbefinden der Sau, indem Verstopfungen verringert wurden. Als Parameter um die Wiederherstellung der Darmtätigkeit zu bewerten, kann hierfür das Intervall zwischen Abferkeln und erstem Kotabsetzen dienen. Laut Oliviero et al. (2010) sind zwei aufeinanderfolgende Tage ohne Kotproduktion ein Synonym für Dysbiose und Verstopfung. In dieser Studie lag die Verzögerung zwischen dem Abferkeln und der ersten Entleerung der beiden Gruppen unter zwei Tagen, was eine gute Erholung der Darmtätigkeit widerspiegelt. Eine SNCE-Supplementierung reduziert diese Verzögerung jedoch immer noch signifikant, möglicherweise aufgrund der Förderung nützlicher Bakterien. So zeigten die Ergebnisse, dass SNCE das Wachstum von *Lactobacillus acidophilus* in vitro steigerte. Sanders und Klaenhammer (2001) und Husebye et al. (2001) haben für *Lactobacillus*-Stämme (als Probiotika eingesetzt) eine Wirksamkeit zur Verbesserung der Darmtätigkeit nachgewiesen. Die Wiederherstellung der Darmtätigkeit kann auch durch die direkte

Wirkung der in SNCE enthaltenen Citroflavonoide (Hesperidin, Naringenin) erklärt werden. Studien von Mandel et al. (2016, 2017) zu Folge kann Hesperidin in Abhängigkeit von der Konzentration eine myokontraktive Wirkung auf den Schweinedarm haben (Mandel et al., 2017, 2016).

Zur Differenzierung des Bakterienspektrums im Rektum der Sauen wurde die Diskriminanzanalyse herangezogen, diese ermöglichte eine Trennung zwischen den mikrobiellen Gemeinschaften der Sauen, die SNCE erhielten, und den Kontrollsau. Folglich hat der Citrusextrakt eine modulierende Wirkung auf das Bakterienmilieu im Darm. Die Abundanzen der OTUs unterschieden sich jedoch nicht signifikant zwischen den Gruppen. Von den 21 differenzierten OTUs stammten 4 aus der Familie der Lactobacillaceae, während 2 von ihnen *L. acidophilus* zugeordnet werden konnten (Du Plessis und Dicks, 1995). Einige dieser durch SNCE verbesserten OTUs gehören zu taxonomischen Gruppen, die für ihre positiven Auswirkungen auf die Darmgesundheit und Mikrobiota bekannt sind. Beispielsweise wurde die probiotische Wirkung von *L. reuteri* bereits bei Ferkeln nachgewiesen. Zudem beobachtete Chang et al. (2001) eine Abnahme der Anzahl enterisch pathogener Bakterien in Ferkelfäzes bei Supplementierung mit *L. reuteri* (Chang et al., 2001). Auch über eine positive Wirkung von *L. johnsonii* auf die Mikrobiota und die Immunität nach einer Infektion mit *Campylobacter jejuni* wurde berichtet (Bereswill et al., 2017).

In ähnlicher Weise hemmt SNCE mehrere OTUs, denen eine negative Wirkung auf Mikrobiota und Gesundheit zugesprochen wird. So wird für den *Clostridium saudiense*-Stamm JCC eine Beziehung zur Fettleibigkeit beschrieben (Angelakis et al., 2014). Zu den reduzierten OTUs gehört auch Escherichia. *E. coli* MRY15-131 stellt einen bekannten Erreger dar, der eine Resistenz gegen Colistin entwickelt hat (Sekizuka et al., 2017) und somit in Hinblick die Darmgesundheit und Leistung hohe Verluste verursachen kann.

Die Ferkel der Sauen, die mit SNCE gefüttert wurden, waren tendenziell schwerer als die Ferkel aus der Kontrolle. Die frühere Etablierung einer nützlichen Mikrobiota bei den Ferkeln könnte diese Beobachtung teilweise erklären (Leblois et al., 2017). Tatsächlich erfolgt nach Leblois et al. (2017) eine Übertragung der Mikrobiota auf die Nachkommen bei der Geburt und während der Laktation. Ergänzend konnten Cheng et al. (2018) feststellen, dass die Übertragung von Mikroben von den Sauen auf ihre neugeborenen Ferkel mit einer Erhöhung der zootechnischen Leistung von Ferkeln korreliert. In ihrer Studie wurde neugeborenen Ferkeln fäkale Mikrobiota der Mutter oral verabreicht, was zu einer Steigerung des durchschnittlichen täglichen Ferkelzuwachses führte. Zudem wurde bei den Ferkeln ein Anstieg der Konzentrationen von Acetat, Butyrat und der gesamten kurzkettigen Fettsäuren in Kot und Plasma supplementierter Ferkel im Vergleich zur Kontrollgruppe festgestellt. In diesem Zusammenhang kann sich die positive Wirkung von SNCE auf die Mikrobiota der Sau bis auf die Ferkel auswirken und deren Gewichtszunahmen verbessern.

Dessen ungeachtet kann SNCE auch direkt bei Ferkeln als Supplementierung zur Leistungssteigerung eingesetzt werden. So zeigt eine Meta-Analyse, die 10 Versuche umfasste, dass SNCE den durchschnittlichen Tageszuwachs um 10,9 % erhöht ( $p < 0,001$ ) und die Futterverwertung um 7,1 % verringert ( $p < 0,01$ ) (Lepont et al., 2014).

## Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass eine Supplementierung mit SNCE sowohl positive Auswirkungen auf das Wohlbefinden der Sau nach dem Abferkeln als auch auf die zootechnischen Leistungen ihres Wurfes hat, möglicherweise durch Modulation der Darmmikrobiota der Sau. Um diese Beobachtungen zu bestätigen, ist ein Mikrobiota-Transfer von supplementierten Sauen auf neugeborene Ferkel durchzuführen. Weiter wurde bei den SNCE-Sauen eine bessere Futteraufnahme im Vergleich zu den Kontrollsau beobachtet. Darüber hinaus wiesen die Ferkel der supplementierten Sauen im Alter von 7 Tagen eine höhere Gewichtszunahme auf, auch wenn sich der Unterschied nach 3 Wochen verringerte. Die Supplementierung mit SNCE führte zudem zu einem verkürzten Zeitraum

zwischen dem Abferkeln und dem ersten Kotabsetzen, folglich ist von einer schnelleren Regeneration der Darmtätigkeit bei der Sau auszugehen, was sich in verbessertem Wohlbefinden äußert. Den Ergebnissen zufolge scheint SNCE eine interessante Möglichkeit zu sein, das Tierwohl und die Produktivität der Tiere zu verbessern und gleichzeitig die Medikation zu reduzieren.

## Literatur

- Baird, D.M., Allison, J.R., Heaton, E.K., 1974. The Energy Value for and Influence of Citrus Pulp in Finishing Diets for Swine. *J. Anim. Sci.* 38, 545–553. <https://doi.org/10.2527/jas1974.383545x>
- Bereswill, S., Ekmekci, I., Escher, U., Fiebiger, U., Stingl, K., Heimesaat, M.M., 2017. *Lactobacillus johnsonii* ameliorates intestinal, extra-intestinal and systemic pro-inflammatory immune responses following murine *Campylobacter jejuni* infection. *Sci. Rep.* 7, 2138. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02436-2>
- Cerisuelo, A., Castelló, L., Moset, V., Martínez, M., Hernández, P., Piquer, O., Gómez, E., Gasa, J., Lainez, M., 2010. The inclusion of ensiled citrus pulp in diets for growing pigs: Effects on voluntary intake, growth performance, gut microbiology and meat quality. *Livest. Sci., 11th International Symposium on Digestive Physiology of Pigs, Part 2* 134, 180–182. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.135>
- Chang, Y.-H., Kim, J.-K., Kim, H.-J., Kim, W.-Y., Kim, Y.-B., Park, Y.-H., 2001. Selection of a potential probiotic *Lactobacillus* strain and subsequent in vivo studies. *Antonie Van Leeuwenhoek* 80, 193–199. <https://doi.org/10.1023/A:1012213728917>
- Cheng, C.S., Wei, H.K., Wang, P., Yu, H.C., Zhang, X.M., Jiang, S.W., Peng, J., 2018. Early intervention with faecal microbiota transplantation: an effective means to improve growth performance and the intestinal development of suckling piglets. *Anim. Int. J. Anim. Biosci.* 1–9. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001611>
- Edgar, R.C., 2013. UPARSE: highly accurate OTU sequences from microbial amplicon reads. *Nat. Methods* 10, 996–998. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2604>
- Gómez, B., Gullón, B., Remoroza, C., Schols, H.A., Parajó, J.C., Alonso, J.L., 2014. Purification, characterization, and prebiotic properties of pectic oligosaccharides from orange peel wastes. *J. Agric. Food Chem.* 62, 9769–9782. <https://doi.org/10.1021/jf503475b>
- Husebye, E., Hellström, P.M., Sundler, F., Chen, J., Midtvedt, T., 2001. Influence of microbial species on small intestinal myoelectric activity and transit in germ-free rats. *Am. J. Physiol.-Gastrointest. Liver Physiol.* 280, G368–G380. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.2001.280.3.G368>
- Jombart, T., Devillard, S., Balloux, F., 2010. Discriminant analysis of principal components: a new method for the analysis of genetically structured populations. *BMC Genet.* 11, 94. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-11-94>
- Leblois, J., Massart, S., Li, B., Wavreille, J., Bindelle, J., Everaert, N., 2017. Modulation of piglets' microbiota: differential effects by a high wheat bran maternal diet during gestation and lactation. *Sci. Rep.* 7. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07228-2>
- Lepont, A., Budan, A., Le, S., Daubner, F., 2014. Wirkungsweise und Effekt von natürlichem Citrus-Extrakt auf die Wachstumsleistung von Ferkeln. *Proc. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung*, 142–1745
- Liu, M.-Y., Li, M., Wang, X.-L., Liu, P., Hao, Q.-H., Yu, X.-M., 2013. Study on Human Intestinal Bacterium *Blautia* sp. AUH-JLD56 for the Conversion of Arctigenin to (–)-3'-Desmethylarctigenin [WWW Document]. <https://doi.org/10.1021/jf403924c>
- Mendel, M., Chłopecka, M., Dziekan, N., Karlik, W., 2016. Antispasmodic effect of selected Citrus flavonoids on rat isolated jejunum specimens. *Eur. J. Pharmacol.* 791, 640–646. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2016.10.006>
- Mendel, M., Pettersen Hultén, E., Benarbia, A., 2017. In vitro screening of the antispasmodic effect of Citrus extract based product and its main flavonoids on porcine intestine. *PMIO* 4, Mo-PO-237. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1608283>
- Moset, V., Piquer, O., Cervera, C., Fernández, C.J., Hernández, P., Cerisuelo, A., 2015. Ensiled citrus pulp as a by-product feedstuff for finishing pigs: nutritional value and effects on intestinal microflora and carcass quality. *Span. J. Agric. Res.* 13, 0607.
- Nguyen, N.-P., Warnow, T., Pop, M., White, B., 2016. A perspective on 16S rRNA operational taxonomic unit clustering using sequence similarity. *Npj Biofilms Microbiomes* 2, 16004. <https://doi.org/10.1038/npjbiofilms.2016.4>
- Paßlack, N., Vahjen, W., Zentek, J., 2015. Dietary inulin affects the intestinal microbiota in sows and their suckling piglets. *BMC Vet. Res.* 11. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0351-7>

- Pearodwong, P., Muns, R., Tummaruk, P., 2016. Prevalence of constipation and its influence on post-parturient disorders in tropical sows. *Trop. Anim. Health Prod.* 48, 525–531. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0984-3>
- Peltoniemi, O. a. T., Björkman, S., Oliviero, C., 2016. Parturition effects on reproductive health in the gilt and sow. *Reprod. Domest. Anim.* 51, 36–47. <https://doi.org/10.1111/rda.12798>
- Sanders, M.E., Klaenhammer, T.R., 2001. Invited Review: The Scientific Basis of *Lactobacillus acidophilus* NCFM Functionality as a Probiotic. *J. Dairy Sci.* 84, 319–331. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74481-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74481-5)
- Sekizuka, T., Kawanishi, M., Ohnishi, M., Shima, A., Kato, K., Yamashita, A., Matsui, M., Suzuki, S., Kuroda, M., 2017. Elucidation of quantitative structural diversity of remarkable rearrangement regions, shufflons, in IncI2 plasmids. *Sci. Rep.* 7. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01082-y>
- Tabeling, R., Schwier, S., Kamphues, J., 2003. Effects of different feeding and housing conditions on dry matter content and consistency of faeces in sows. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 87, 116–121. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0396.2003.00423.x>
- Unno, T., Hisada, T., Takahashi, S., 2015. Hesperetin Modifies the Composition of Fecal Microbiota and Increases Cecal Levels of Short-Chain Fatty Acids in Rats. *J. Agric. Food Chem.* 63, 7952–7957. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02649>
- Verschuren, L.M.G., Calus, M.P.L., Jansman, A.J.M., Bergsma, R., Knol, E.F., Gilbert, H., Zemb, O., 2018. Fecal microbial composition associated with variation in feed efficiency in pigs depends on diet and sex. *J. Anim. Sci.* 96, 1405–1418. <https://doi.org/10.1093/jas/sky060>
- Yin, J., Liang, Y., Wang, D., Yan, Z., Yin, H., Wu, D., Su, Q., 2018. Naringenin induces laxative effects by upregulating the expression levels of c-Kit and SCF, as well as those of aquaporin 3 in mice with loperamide-induced constipation. *Int. J. Mol. Med.* 41, 649–658. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2017.3301>
- Zhao, Y., Yu, Y.-B., 2016. Intestinal microbiota and chronic constipation. *SpringerPlus* 5. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2821-1>

**Autorenanschrift:**

Sekhou Cisse  
Nor-Feed SAS  
3 rue Amedeo Avogadro  
49070 Beaucouzé, France  
Email: sekhoul.cisse@norfeed.net

# Bewahren, was kostbar ist.



Wir machen den Unterschied.

**Natürlich.**

Futtermittel **einzel**n | **zusätzlich** | **ergänzend**



[www.pulte.de](http://www.pulte.de)

## Wirtschaftlichkeit eines *Aspergillus oryzae*-Fermentationsproduktes in unterschiedlich optimierten Milchviehrationen

Petra Philipps<sup>1</sup>, César Ocasio-Vega<sup>2</sup>, Katja Horn<sup>1</sup>, Fernando Bargo<sup>2</sup>, Ulrich Steinruck<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pulte GmbH & Co. KG, Hirtenweg 2, 82031 Grünwald, Germany

<sup>2</sup> BioZyme Inc., St. Joseph, Missouri, US

### Einleitung

Angeichts schwankender Milchpreissituation mit teilweise sehr niedrigen Auszahlungspreisen spielt der Erhalt der Wirtschaftlichkeit dieses Betriebszweiges eine entscheidende Rolle auf den landwirtschaftlichen Betrieben. Zudem muss nachhaltig und umweltschonend mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen umgegangen werden. Daher sollte der Einsatz von wirtschaftseigenen Futtermitteln sowie zugekauften Ergänzungsfuttermitteln über eine möglichst präzise Rationsgestaltung erfolgen. Witterungseinflüsse können zu Einbußen im Ertrag und minderwertigerer Qualität bei Wirtschaftsfuttermitteln führen. Bei Futterknappheit muss teilweise auf alternative Komponenten, wie z.B. zusätzliches Stroh, in der Mischration zurückgegriffen werden, um eine wiederkäuergerechte Fütterung zu gewährleisten. Im vorliegenden Beitrag sollen die Auswirkungen der Zulage von einem *Aspergillus oryzae*- Fermentationsprodukt auf die Wirtschaftlichkeit anhand beispielhaft optimierter Milchviehrationen vorgestellt werden. Als Grundlage für die Berechnungen dienten die Daten einer aktuellen Meta-Analyse zum Einfluss des *Aspergillus oryzae* Fermentationsproduktes auf die TM-Aufnahme und Milchleistung bei laktierenden Milchkühen (Cantet et al. 2019). Die zugrunde gelegten Futterrationen wurden mit dem Zielwert-Futter-Optimierungsprogramm ZiFo 2 (LfL 2020) berechnet.

### Material und Methoden

Im vorliegenden Beitrag wurden typische Milchviehrationen mit und ohne Zusatz von Amaferm® beispielhaft optimiert, um dessen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit zu evaluieren.

Es handelt sich dabei um ein verdaulichkeitsförderndes Fermentationsprodukt aus *Aspergillus oryzae* NRRL 458 mit Zulassung als zootechnischer Futtermittelzusatzstoff für Milchkühe. Die Wirkungsweise beruht beim Wiederkäuer in erster Linie auf der Stimulation der Pansenflora (v.a. Pilze und Bakterien) und damit verbunden auf einer erhöhten Futteraufnahme, Verdaulichkeit und Absorption der Nährstoffe (Frumholtz et al. 1989, Gomez-Alacon et al. 1990 und 1991, Sun et al. 2017). Aus Praxisversuchen wird eine gesteigerte Trockenmasseaufnahme und Milchleistung bei der Milchkuh berichtet (Ocasio-Vega et al. 2019).

Eine aktuelle Metaanalyse (Cantet et al. 2019) auf Grundlage von 18 Peer-Review-Studien mit laktierenden Milchkühen aus den Jahren 1983 bis 2018 ergab hochsignifikante Verbesserungen ( $p < 0,001$ ) der Trockenmasseaufnahme von 0,39 kg und der fettkorrigierten Milchmenge von 1,0 kg pro



Tier und Tag für die Supplementation mit dem *Aspergillus oryzae* Fermentationsprodukt im empfohlenen Dosierungsfenster von 3-5 g pro Tier und Tag.

Für diesen Beitrag wurde als Berechnungsgrundlage für die Rationsoptimierungen in der Fütterungspraxis bei einer Minimaldosierung des Fermentationsproduktes von 3 g/Kuh und Tag eine Erhöhung der Trockenmasseaufnahme von + 0,3 kg/Kuh und Tag sowie eine Steigerung der Milchleistung von + 0,8 kg je Kuh und Tag angenommen.

Die Beispielrationen wurden mit Hilfe des Optimierungsprogrammes Zifo 2 (LFL 2020) berechnet. Dabei wurden aktuelle, marktübliche Preise für alle Komponenten einbezogen. Es wurde ein Milchpreis von 32 Cent pro kg Milch zugrundegelegt. Zur Darstellung der verbesserten Verdaulichkeit der Ration durch Zulage des Fermentationsproduktes, wurden die NEL-Gehalte bei Mais- und Grassilage sowie bei der Grassilage zusätzlich das nutzbare Rohrprotein um jeweils 5 % in der Basis-Futterwerttabelle gegenüber der Basalration verbessert.

## Ergebnisse

Die folgenden Tabellen zeigen die Kalkulationen von Milchviehrationen ohne (Basal) und mit Zulage des *Aspergillus oryzae* Fermentationsproduktes (AS).

Tabelle 1 listet das Ergebnis des Einsatzes von AS bei Annahme gleichbleibender TM-Aufnahme aus Grund- und Kraftfutter aus. Es ergab sich eine TM-Aufnahme von 23 kg pro Kuh und Tag. Daraus resultierte eine theoretische Milchleistung von 34,6 bzw. 34,9 kg/Tier und Tag für jeweils die Basalration und bei Zulage von AS. Die errechnete Milchleistung aus nXP wurde durch Zulage des Fermentationsproduktes um +0,3 kg pro Kuh und Tag gesteigert. Durch den Mehrerlös an Milch unter Berücksichtigung der Kosten errechnete sich ein ROI (Return of Investment) für AS von 2:1.

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse bei zusätzlicher Berücksichtigung einer höheren Trockenmasseaufnahme aus dem Grundfutter (Maissilage und Grassilage) und gleichzeitigen Einsparungen am Kraftfutter (Rapsextraktionsschrot und Körnermais) und somit Kosteneinsparungen in diesem Bereich. Auf dieser Basis errechnete sich eine erhöhte Milchleistung aus NEL von +0,3 kg pro Kuh und Tag für die Zulage von AS sowie ein ROI von 3:1.

Tabelle 3 stellt die Ergebnisse der Rationsberechnung für den Einsatz von AS unter Annahme einer höheren Trockenmasse-Aufnahme aus dem Grundfutter bei gleicher Gabe von Kraftfutter dar. Die Milchleistung aus nXP wurde um +0,8 kg und die Milchleistung aus NEL um +1kg höher. Der Kraftfutteranteil blieb gleich, daher war die Gesamttrockenmasseaufnahme um +300 g pro Tier und Tag gesteigert. Der ROI lag bei 4:1.

**Tabelle 1:** Rationsberechnungen für Milchkühe mit und ohne Zulage von AS bei Annahme gleichbleibender TM-Aufnahme aus Grund- und Kraftfutter, pro Tier und Tag

Komponenten, kg TM	Basal	Mit AS	Differenz
Maissilage	8,00	8,00	
Grassilage	5,80	5,80	
Stroh	0,70	0,70	
Rapsextraktionsschrot	4,00	4,00	
Körnermais	2,50	2,50	
Wintergerste	1,50	1,50	
Viehsalz	0,10	0,10	
Futterkalk	0,10	0,10	
Mineralfutter	0,30	0,30	
AS.Fermentationsprodukt	0	0,003	+ 0,003
<b>Summe TM-Aufnahme, kg</b>	<b>23,0</b>	<b>23,0</b>	
<b>Milchleistung aus NEL, kg/ Tag</b>	<b>34,6</b>	<b>34,9</b>	<b>+ 0,3</b>
<b>Milchleistung aus nXP, kg/ Tag</b>	<b>36,0</b>	<b>36,3</b>	<b>+ 0,3</b>
<b>Grundfutter ( % )</b>	<b>63,0</b>	<b>63,0</b>	
<b>Kraftfutter ( % )</b>	<b>37,0</b>	<b>37,0</b>	

**Tabelle 2:** Rationsberechnungen für Milchkühe mit und ohne Zulage von AS bei Annahme höherer TM-Aufnahme aus Grundfutter und Einsparung an Kraftfutter, pro Tier und Tag

Komponenten, kg TM	Basal	Mit AS	Differenz
Maissilage	8,00	8,15	+ 0,15
Grassilage	5,80	5,95	+ 0,15
Stroh	0,70	0,70	
Rapsextraktionsschrot	4,00	3,80	-0,2
Körnermais	2,50	2,40	-0,1
Wintergerste	1,50	1,50	
Viehsalz	0,10	0,10	
Futterkalk	0,10	0,10	
Mineralfutter	0,30	0,30	
AS.Fermentationsprodukt	0	0,003	+ 0,003
<b>Summe TM-Aufnahme, kg</b>	<b>23,0</b>	<b>23,0</b>	
<b>Milchleistung aus NEL, kg</b>	<b>34,6</b>	<b>34,9</b>	<b>+ 0,3</b>
<b>Milchleistung aus nXP, kg</b>	<b>36,0</b>	<b>36,0</b>	
<b>Grundfutter ( % )</b>	<b>63,0</b>	<b>64,3</b>	<b>+ 1,3</b>
<b>Kraftfutter ( % )</b>	<b>37,0</b>	<b>35,7</b>	<b>-1,3</b>

**Tabelle 3:** Rationsberechnungen für Milchkühe mit und ohne Zulage von AS Annahme höherer TM-Aufnahme aus Grundfutter und gleiche Gabe an Kraftfutter, pro Tier und Tag

Komponenten, kg TM	Basal	Mit AS	Differenz
Maissilage	8,00	8,15	+ 0,15
Grassilage	5,80	5,95	+ 0,15
Stroh	0,70	0,70	
Rapsextraktionsschrot	4,00	4,00	
Körnermais	2,50	2,50	
Wintergerste	1,50	1,50	
Viehsalz	0,10	0,10	
Futterkalk	0,10	0,10	
Mineralfutter	0,30	0,30	
AS.Fermentationsprodukt	0	0,003	+ 0,003
<b>Summe TM-Aufnahme</b>	<b>23,0</b>	<b>23,3</b>	<b>+ 0,3</b>
<b>Milchleistung aus NEL, kg/ Tag</b>	<b>34,6</b>	<b>35,6</b>	<b>+ 1,0</b>
<b>Milchleistung aus nXP, kg/ Tag</b>	<b>36,0</b>	<b>36,8</b>	<b>+ 0,8</b>
<b>Grundfutter ( % )</b>	<b>63,0</b>	<b>63,5</b>	<b>+ 0,5</b>
<b>Kraftfutter ( % )</b>	<b>37,0</b>	<b>36,5</b>	<b>- 0,5</b>

## Diskussion und Schlussfolgerungen

Unter den derzeit niedrigen Milchpreisen kommt der Wirtschaftlichkeit eines Futterzusatzstoffes eine besondere Bedeutung zu.

Der Zusatz des *Aspergillus oryzae* Fermentationsproduktes erhöhte das Einkommen gegenüber den Futterkosten.

Die Beispiele belegten für verschiedene Szenarien eindrucksvoll einen positiven ROI von 2:1 bis 4:1 für die Supplementation des Fermentationsproduktes in der praktischen Milchviehfütterung. In der Rationsoptimierung sollten Aspekte von Kosteneinsparungsmöglichkeiten durch geringeren Kraftfuttereinsatz zugunsten gesteigerter Raufuttermenge einbezogen werden (ROI von 3:1). Zur Erzielung der höchsten Rentabilität über die Steigerung der Trockenmasseaufnahme (ROI 4:1) sollte der Kraftfutteranteil aber nicht reduziert werden.

## Literatur

Cantet J. M., Palladino R. A., Ocasio C., Bargo F. and I. R. Ipharraguerre. 2019. A meta-analysis of the impact of the *Aspergillus oryzae* fermentation product on dairy cow performance, Proceedings of the XIIIth International Symposium on Ruminant Physiology (ISRP 2019), 3–6 September 2019, Leipzig, Germany

Frumholtz P. P., C. J. Newbold, and R. J. Wallace. 1989. Influence of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on the fermentation of a basal ration in the rumen simulation technique (Rusitec). J. Agri. Sci. 113; 169 – 172. DOI: 10.1017/S002185960008672X

Gómez-Alarcón R. A., C. Dudas, and J. T. Huber. 1990. Influence of cultures of *Aspergillus oryzae* on rumen and total tract digestibility of dietary components. J. Anim. Sci. 73; 703 – 710. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(90)78723-1

Gomez-Alarcon R. A., J. T. Huber, G. E. Higginbotham, F. Wiersma, D. Ammon, and B. Taylor. 1991. Influence of feeding *Aspergillus oryzae* fermentation extract on the milk yields, eating patterns, and body temperatures of lactating cows. J. Anim. Sci. 69; 1733– 1740.

LFL (Hrsg; Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futtermittelwirtschaft) 2020. Zifo 2 Zielwert-Futter-Optimierung Programm. Poing

Ocasio-Vega C., Horn K., Bargo F. and U. Steinruck. 2019. The impact of an *Aspergillus oryzae*-derived additive on milk production in dairy cows. 57. Jahrestagung der BAT; 201-207

Sun H., Y. Wu, Y. Wang, C. Wang, and J. Liu. 2017. Effects of addition of *Aspergillus oryzae* culture and 2-hydroxyl-4-methylthio butanoic acid on milk performance and rumen fermentation of dairy cows. Anim. Sci. J. 88 (4); 602 – 609. DOI: 10.1111/asj.12646

**Autorenanschrift:**

Petra Philipps  
Pulte GmbH & Co. KG  
Hirtenweg 2,  
82031 Grünwald  
petra.philipps@pulte.com

# Competitive exclusion by promoting growth of beneficial bacteria after *Salmonella* infection

Nienke de Groot<sup>1</sup>, Lluís Faba<sup>2</sup>, Christiane Schalk<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Trouw Nutrition Innovation, the Netherlands

<sup>2</sup> Trouw Nutrition R&D, the Netherlands

<sup>3</sup> Trouw Nutrition Deutschland, Germany

## Introduction

It becomes urgent to find new antibacterial strategies to reduce pathogenic bacteria in the feed-to-food chain and to enhance gut health in production animals to reduce the use of antibiotics. Fungal fermented products and their derivatives contain several compounds that may play a role in gut health by improving the microbiota balance and immune modulation. Indigestible oligo- and disaccharides from fungal fermentation of feed material can bind and reduce intestinal pathogens such as *Salmonella enterica* serovar Typhimurium (*Salmonella* Typhimurium) or *Escherichia coli* and exhibit a prebiotic effect (Agunos et al., 2007). Enzymatically hydrolyzed copra meal by fungal derived beta-mannanase contains  $\beta$ 1-4 mannobiose, which may reduce *Salmonella* shedding after infection. In addition, fungal cell wall components including beta-glucans may reveal prebiotic properties supporting intestinal health (Kim et al., 2019). Organic acids are known to increase stomach barrier function by reducing stomach pH and destabilize bacterial membrane function resulting in bacterial cell death (Zentek et al., 2013). Combining additive strategies can be a valuable option to prevent colonisation and transmission of infectious bacteria in herds. This study evaluates the possible prebiotic effect of a novel fungal fermented feed ingredient, to prevent specific *Enterobacteriaceae* (*Salmonella* and *E.coli*) problems after infection with *Salmonella* Typhimurium in piglets.

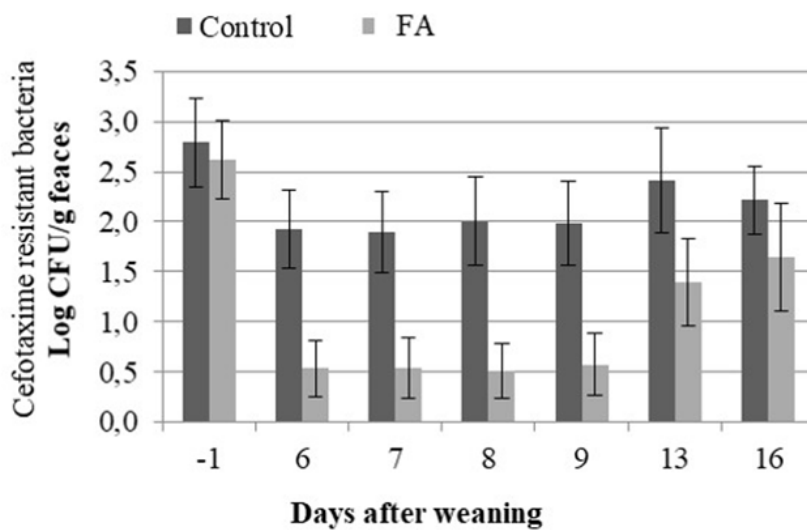
## Material and methods

Twenty-four individually housed weaned piglets consumed either a control diet or the same diet supplemented with organic acids for antibacterial properties and a novel feed additive (FA) blend, containing mannanase hydrolysed copra meal and rye overgrown with mycelium of *Agaricus subrufescens*. Piglets received a feed matrix containing  $10^9$  CFU *Salmonella* Typhimurium daily from 5 days after weaning until day 12. *Salmonella* and lactose fermenting bacteria resistant to Cefotaxime faecal shedding was determined. On day 8 and 13 of the study 1 g faeces per faecal sample was used for microbial sequencing using 16S RNA sequencing. Comparisons were made between microbial composition of faeces on day 8 compared to day 13 and between treatment and control group. Linear Discriminant Analysis (LDA) model was used to calculate relative difference among bacteria genera.

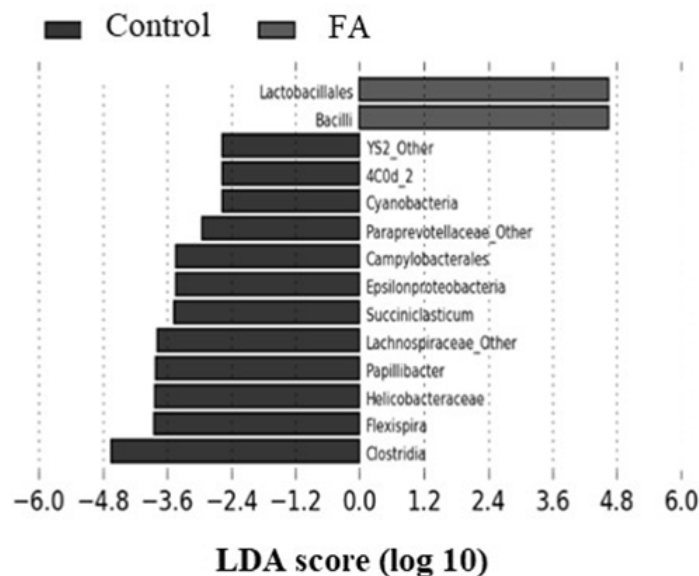
## Results

Infection was successful and *Salmonella* peak of shedding (day 8) was lower ( $P = 0.01$ ) for treated pigs (4.8 log CFU/g) than the control (5.8 log CFU/g). Similarly, shedding was lower ( $P = 0.01$ ) overall infection weeks (4.0 log CFU/g vs 5.1 log CFU/g). Interestingly, dietary treatment also reduced lactose fermenting bacteria shedding (0.5 log CFU/g vs 2.0 log CFU/g;  $P = 0.01$ ) during the one week

challenge with *Salmonella typhimurium*, yet this effect disappeared post challenge (Figure 1). Regardless of treatments, microbiota analysis showed lower *Lactobacillus* levels at day 8 compared to day 13 (23.2% and 44.0%, respectively), while *Clostridium* levels were higher at day 8 compared to day 13 (17.5% and 9.86%, respectively). Comparing dietary treatments, levels of *Streptococcus* were lower in animals receiving FA at day 8 (1.9% and 0.09%, respectively). At day 13, *Lactobacillus* levels were higher in the faeces of piglets receiving the FA treatment compared to the control group, while *Clostridia* spp. levels were higher in the control group (Figure 2).



**Figure 1.** Cefotaxime-resistant bacteria counts in piglets consuming either a diet with FA in combination with organic acids or a control diet after challenge with *Salmonella* at 5 days post weaning



**Figure 2.** Microbial composition comparison between the control diet and the diet containing FA in combination with organic acids at day 13 after weaning

## Discussion and conclusion

The feed additive treatment showed a reduction in shedding of *Salmonella* Typhimurium and cefotaxime resistant (AMR) *E. coli* shedding, indicating a possible benefit for reducing antimicrobials in weaned piglets. The lower level of *Lactobacillus* and the higher level of *Clostridium* at day 8 may be a sign of impaired intestinal health during *Salmonella* infection as these changes are considered as a measurement to determine gut health (Dou et al., 2017). It can be concluded that the FA blend acts as a microbiota modifier, with a higher abundance of *Lactobacillus* and a lower abundance of *Clostridium* spp. after a *Salmonella* challenge.

## References

- Agunos A, Ibuki M, Yokomizo F and Mine Y 2007. British Poultry Science. 48, 331-341.
- Kim K, Ehrlich A, Perng V, Chase JA, Raybould H, Li X, Atwill ER, Whelan R, Sokale A and Liu Y 2019. Animal Feed Science and Technology 248,114–125.
- Dou S, Gadonna-Widehem P, Rome V, Hamoudi D, Rhazi L, Lakhal L, Larcher T, Bahi-Jaber N, Pinon-Quintan A, Guyonvarch A, Hu  rou-Luron ILE and Abdennebi-Najar L 2017. PLOS ONE 12(1) e0169851.
- Zentek J, Ferrara F, Pieper R, Tedin L, Meyer W and Vahjen W 2013. Journal of Animal Science. 91, 3200-3210.

**Autorenanschrift:**

Nienke de Groot, DVM  
Global Program Manager Gut Health - Feed Additives  
nienke.de.groot@trouwnutrition.com  
Mob. +31 (0)6 22574367  
Trouw Nutrition  
Stationstraat 77, 3811 MH Amersfoort  
P.O. Box 299, 3800 AG Amersfoort, Netherlands



## **The complete replacement of sulfate trace mineral sources with copper, zinc and manganese hydroxides improves NDF and DM digestibility in cattle diets**

**Sara Kvidera<sup>1</sup>, Muhammad Ibraheem<sup>2</sup>, Barry Bradford<sup>2</sup>, Klaus Daubinger<sup>3</sup>, Kevin Perryman<sup>4</sup> & Davi Brito de Araujo<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Micronutrients USA LCC, Indianapolis, IN, United States, 46241

<sup>2</sup> Department of Animal Sciences, Michigan State University, East Lansing, MI, United States, 48824

<sup>3</sup> Trouw Nutrition Deutschland GmbH, Burgheim, Germany, 86666

<sup>4</sup> Trouw Nutrition Nederland BV, Amersfoort, Netherlands, 3811MH

### **Introduction**

Trace minerals such as Cu, Zn and Mn are essential to life and their deficiencies in livestock result in health deterioration (Suttle, 2010). In an effort to prevent such deficiencies, dairy and beef cattle are commonly supplemented with Cu, Zn and Mn although different sources and amounts of trace minerals can affect negatively microbial population (Durand & Kawashima, 1980; Pino & Heinrichs, 2016) and ruminal fermentation (Arelovich et al., 2000; Eryavuz & Dehority, 2009).

Ruminal solubility of trace minerals is likely a factor that influences how trace minerals affect rumen fermentation and microbial populations, which may in turn affect nutrient digestibility. Consistently, hydroxide sources of Cu, Zn and Mn are less soluble in the rumen compared with inorganic sources, including sulfates (Cao et al., 2000; Genther & Hansen, 2015). Previous studies have shown by reducing the concentration of soluble trace minerals, particularly Cu, Zn and Mn by feeding hydroxide minerals (IntelliBond®) increase ruminal digestibility of DM (Dry Matter) and NDF (Neutral Detergent Fiber) in beef (Guimaraes et al., 2019; Caldera et al., 2019) and dairy (Faulkner & Weiss, 2017; Miller et al. 2020) diets.

The objective of this study was to answer the research question “Does the complete substitution of sulfate trace mineral source by hydroxide sources of Cu, Zn and Mn improve DMI and NDF digestibility in beef and dairy diets”? Furthermore, a quantitative summary was completed independently for each one of the two variables to demonstrate the impact of the complete replacement of the sulfate sources of Cu, Zn and Mn by hydroxide trace minerals.

### **Material & Methods**

Seven studies providing 11 comparisons were used in this small quantitative summary with the objective to determine whether trace mineral source of Cu, Zn and Mn affected NDF and DM digestibility (Table 1). To be included, studies had to have some measure of digestibility, comparing sulfate and hydroxide trace mineral sources. Factors included to account for variability and possible effects on results included method of digestibility analysis, study design, beef vs. dairy cattle use, trace mineral levels and % NDF in diet. For standardization, the 24-hour time point was used for studies where *in situ* methods were employed for digestibility analysis.

**Table 1.** Studies included in the quantitative summary

Studies	Reference	Study Type	Method	Top Dress or TMR	Beef or Dairy
ISU Steers Low Levels	Genther & Hansen, 2015. JDS. 98:566-573.	5x5 Latin square	In situ 24hr	TMR	Beef
ISU Steers High Levels	Genther & Hansen, 2015. JDS. 98:566-573.	5x5 Latin square	In situ 24hr	TMR	Beef
Trouw Burford	Micronutrients Trial #2017D103CACZM	Split-plot replicated Latin square	In situ 24hr	TMR	Dairy
Miner Conventional	Miller et al. 2020. JDS. 103:3147-3160	Replicated 4x4 Latin square	uNDF240	TMR	Dairy
Miner BMR	Miller et al. 2020. JDS. 103:3147-3160	Replicated 4x4 Latin square	uNDF240	TMR	Dairy
OSU Byproduct	Faulkner & Weiss, 2017. JDS. 100:5358-5367.	Split-plot replicated Latin square	Total collection	Top dress	Dairy
OSU Forage	Faulkner & Weiss, 2017. JDS. 100:5358-5367.	Split-plot replicated Latin square	Total collection	Top dress	Dairy
CSU # 1	Caldera et al., 2019. JAS. 97:1852-1864.	Randomized block	Total collection	Top dress	Beef
CSU # 2 Dairy Diet	Guimaraes et al., 2020. Midwest ASAS Abstract # 226	Randomized block	Total collection	TMR	Beef
CSU # 2 Forage Diet	Guimaraes et al., 2020. Midwest ASAS Abstract # 226	Randomized block	Total collection	TMR	Beef
PSU MFD Study - Mod diet	Penn State Micronutrients trial Nov18	Crossover	uNDF240	TMR	Dairy

The quantitative summary was carried out independently for each variable of interest. Only digestibility of DM and NDF were available from all studies included. Data were analyzed with a mixed-model approach using SAS software (v. 9.4) treating each study as a random effect and other explanatory variables tested as fixed effects in assessing the mean impact of hydroxide trace minerals. All results were defined as the response to hydroxides (Hydroxide mean – Sulfate mean).

Studies were weighted based on the inverse of the SEM for the outcome of interest. Funnel plots (JASP v. 0.12.2) were used to evaluate the potential for publication bias in the dataset, and the Test of Residual Heterogeneity ( $Q$  test) was used to assess whether substantial between-study variation in response existed. When the  $Q$  test was significant, predictive variables were tested in the model and retained when  $P < 0.05$ .

## Results & Discussion

Simple mean effect sizes for all outcomes are shown in Table 2. For these models, no additional explanatory factors were included in models.

**Table 2.** Simple least-square mean estimates of responses to replacing sulfate minerals with hydroxide minerals.

Outcome	Comparisons (n)	Mean response	SEM	$P$ value
DM digestibility (%)	11	+ 0.68	0.38	0.13
NDF digestibility (%)	11	+ 1.66	0.56	<b>0.02</b>

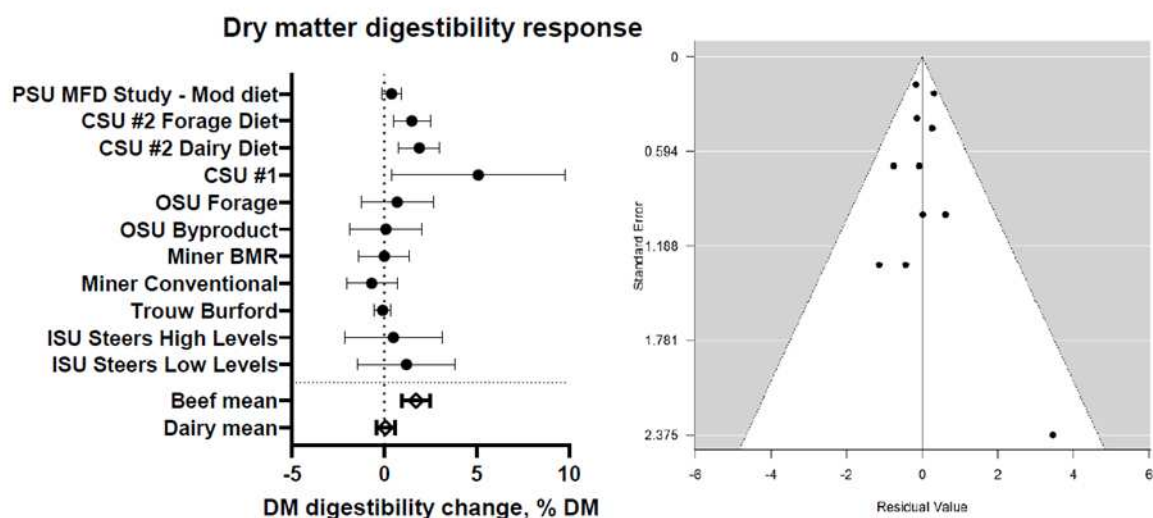
### Dry matter digestibility

Overall, there was no clear evidence of altered DM digestibility (Table 2). However, model assessment revealed heterogeneity across studies. Among the explanatory factors evaluated, only sector (beef vs. dairy) was retained as a significant factor in the final model ( $P = 0.026$ ). The results (Table 3) revealed a significant positive impact of hydroxide minerals in beef animals, but no impact in dairy cattle. Importantly, this evaluated the animal breed / physiological state (all dairy cattle were lactating) rather than diet type, and neither DMI (% of BW) nor NDF content of the diet was retained in the model.

Therefore, we have no direct evidence to point to an interaction of mineral source with either passage rate or fiber content of diets to explain the differential response between beef and dairy cattle models.

**Table 3.** DM digestibility (%) response by animal type for hydroxide vs. sulfate mineral sources.

Sector	Comparisons (n)	Mean response	SEM	<i>P</i> value
Beef	5	+ 1.72	0.40	<b>0.01</b>
Dairy	6	+ 0.07	0.26	0.79



**Figure 1.** Forest plot and funnel plot for DM digestibility (%) response by animal type for hydroxide vs. sulfate mineral sources. Individual study means are represented by circles with the sub-category (beef and dairy) means shown by diamonds; error bars show the 95% confidence intervals.

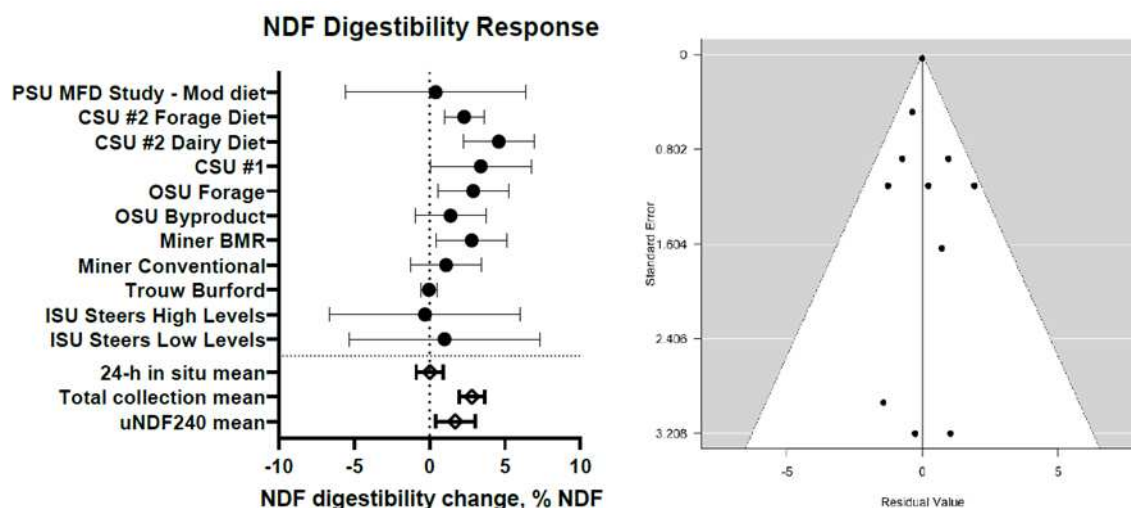
### Neutral detergent fiber digestibility

Overall, NDF digestibility was significantly increased by hydroxide minerals (Table 2). Again, model assessment revealed heterogeneity across studies. For this variable, digestibility assessment method was retained as the only significant factor in the final model ( $P = 0.029$ ). Total collection studies showed a mean increase in NDF digestibility of 2.81% ( $P = 0.003$ ; Table 4), whereas studies using

uNDF240 as a marker for total-tract digestibility tended to point to a 1.70% increase in NDF digestibility ( $P = 0.06$ ). Studies utilizing a 24-h *in situ* incubation, on the other hand, did not reveal any change in NDF digestibility.

**Table 4.** NDF digestibility (%) response by digestibility assessment method for hydroxide vs. sulfate mineral sources.

Method	Comparisons (n)	Mean response	SEM	P value
24-h in situ	3	+0.02	0.46	0.97
Total collection	5	+2.81	0.44	<b>0.003</b>
uNDF240 marker	3	+1.70	0.67	<b>0.06</b>



**Figure 2.** Forest plot and funnel plot for NDF digestibility (%) response by digestibility method for hydroxide vs. sulfate mineral sources. Individual study means are represented by circles with the sub-category (digestibility method) means shown by diamonds; error bars show the 95% confidence intervals.

Despite the lack of evidence that animal type explained these differences, we considered whether confounding of method and animal type led to these differences for NDF or DM digestibility. However, the total collection method, which led to the greatest mean NDF digestibility response, was used in 2 dairy and 3 beef animal studies, and in situ methods were used in 1 dairy and 2 beef studies. Only uNDF240 studies were confounded with animal type; all 3 studies using this method were carried out in dairy cattle.

Therefore, confounding may have contributed to the observed mean for the uNDF240 method, there was no evidence of method  $\times$  animal type interactions in the model for NDF digestibility ( $P = 0.72$ ), and animal type was not retained, either. The fact that the gold standard method (total collection) showed a very clear impact of mineral source provides some confidence that the effect is real.

Why didn't *in situ* incubations point in the same direction? Perhaps these models are too noisy to uncover relatively small differences in digestibility. However, it is also possible that these strategies

miss the real impact of the treatment; for example, we can't exclude the possibility that mineral impacts on total-tract NDF digestibility are due to altered hind-gut fermentation of fiber.

## Conclusion

Fiber is an essential component of diets for beef and dairy cattle. In high producing dairy cows, about a quarter of the energy for milk production comes from digested fiber. NDF is recognized as a slow to digest feed component, which can restrict feed intake and milk production, for this reason *digestibility* of NDF can have a much greater impact on feed intake and milk production than the digestibility of any other feed component.

It is well established by traditional in vitro studies that adding Zn sulfate and Cu sulfate to either a washed suspension of rumen microorganisms (Hubbert et al.1958; Martinez & Church, 1970) or to a rumen fluid solution (Sala, 1957) impaired cellulose digestion. This quantitative summary answered our question and revealed that the complete replacement of sulfate with trace mineral sources of copper, zinc and manganese hydroxides (IntelliBond®) improves NDF and DM digestibility in beef and dairy cattle diets. Increased NDF digestion when hydroxide minerals were fed suggest that hydroxide mineral supplementation is beneficial for cellulolytic bacteria, or that sulfate trace minerals are inhibitory to fiber-digesting microbes.

Oba & Allen (1999) reviewed several feeding studies with dairy cattle and concluded that increasing in vitro or in situ NDF digestibility by 1%-unit was associated with 0.182 kg increased DM intake and 0.27 kg additional 4% fat-corrected milk yield per cow per day. In this current quantitative summary, the replacement of sulfates by hydroxide trace minerals improved the NDF digestibility from 1.7 (uNDF240 marker; 03 comparisons) to 2.81 (total collection; 05 comparisons).

As a practical application of these results, the continued use of sulfate trace minerals may be costing producers from 0.46 kg up 0.76 kg of milk per cow per day through the transition and higher lactation periods. In dry, mid and late lactation, and beef cattle, this additional available energy may be captured as additional growth, an increase in body condition score or an opportunity to reformulate the ration to lower costs.

The use of Zn, Cu and Mn hydroxide trace minerals to completely replace sulfate trace mineral sources has now been demonstrating to not have a negative impact on DM and NDF digestibility. This information can now allow producers and nutritionists to make a better decision on the right choice of trace mineral to further optimize milk and component yield, improve cow well-being and/or reducing diet and formulation costs.

## References

- Arelovich, H.M., F. N. Owens, G. W. Horn & J.A. Vizcarra. 2000. Effects of supplemental zinc and manganese on ruminal fermentation, forage intake, and digestion by cattle fed prairie hay and urea. J. Anim. Sci. 78:2972-2979. <https://doi.org/10.2527/2000.78112972x>.
- Caldera, E., B. Weigel, V. N. Kucharczyk, K. S. Sellins, S. L. Archibeque, J. J. Wagner, H. Han, J. W. Spears & T. E. Engle. 2019. Trace mineral source influences ruminal distribution of copper and zinc and their binding strength to ruminal digesta. J. Anim. Sci. 97:1852–1864. <https://doi.org/10.1093/jas/skz072>.
- Cao, J., P. R. Henry, C. B. Ammerman, R. D. Miles & R. C. Littell. 2000. Relative bioavailability of basic zinc sulfate and basic zinc chloride for chicks. J. Appl. Poult. Res. 9:513-517. <https://doi.org/10.1093/japr/9.4.513>.

- Durand, M. & R. Kawashima. 1980. Influence of minerals in rumen microbial digestion. In: Ruckebusch Y. Thivend P. Pages 375–408 in Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants: Proc. 5th Internat. Symp. Rumin. Physio. Springer Netherlands, Dordrecht, the Netherlands.
- Eryavuz, A. & B. A. Dehority. 2009. Effects of supplemental zinc concentration on cellulose digestion and cellulolytic and total bacterial numbers in vitro. *Anim. Feed Sci. Technol.* 151:175-183. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.01.008>.
- Faulkner, M. J. & W. P. Weiss. 2017. Effect of source of trace minerals in either forage- or by-product-based diets fed to dairy cows: 1. Production and macronutrient digestibility. *J. Dairy Sci.* 100:5358–5367. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12095>.
- Genther, O. N. & S. L. Hansen. 2015. The effect of trace mineral source and concentration on ruminal digestion and mineral solubility. *J. Dairy Sci.* 98:566–573. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8624>.
- Guimaraes, O., S. Jalali, J. Wagner, J. Spears & T. Engle. 2019. The influence of trace mineral source on fiber digestion, rumen fermentation characteristics, and mineral solubility in beef cattle fed a low-quality forage diet. *J. Anim. Sci.* 97(Suppl. S3):167. (Abstr.).
- Hubbert, Jr. F., E. Cheng & W. Burroughs. 1958. Mineral requirements of rumen microorganisms for cellulose digestion in vitro. *J. Anim. Sci.* 17:559. <https://doi.org/10.2527/jas1958.173559x>.
- Martinez, A. & D. C. Church. 1970. Effect of various mineral elements on in vitro rumen cellulose digestion. *J. Anim. Sci.* 31:982–990. <https://doi.org/10.2527/jas1970.315982x>.
- Miller, M. D., J. S. Lanier, S. K. Kvidera, H. M. Dann, C. S. Ballard & R. J. Grant. 2020. Evaluation of source of corn silage and trace minerals on lactational performance and total-tract nutrient digestibility in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 103: 3147–3160. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17716>.
- Oba, M. & M. S. Allen. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:589-596. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75271-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75271-9).
- Pino, F. & A. J. Heinrichs. 2016. Effect of trace minerals and starch on digestibility and rumen fermentation in diets for dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 99:2797–2810. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10034>.
- Sala, J. C. 1957. The effect of trace minerals on cellulose digestion as studied in the artificial rumen. Ph.D. Thesis. University of Florida, Gainesville.
- Suttle, N. F. 2010. Mineral Nutrition of Livestock. 4th ed. CAB International, Oxfordshire, UK.

**Autorenanschrift:**

Davi Brito De Araujo, D.V.M., M.S., M.A.B.  
Global Program Manager Trace Minerals – ECAM  
[davi.araujo@trouwnutrition.com](mailto:davi.araujo@trouwnutrition.com)  
Mob. +31 (0)6 1372-3546  
Trouw Nutrition Nederland B.V.  
Stationstraat 77, 3811 MH Amersfoort  
P.O. Box 299, 3800 AG Amersfoort, Netherlands

# Das neue Mineralfutterkonzept Qualität hat eine eigene Marke verdient

Die neuen Maxcare-Mineralfutter basieren auf den hochwertigen **Milkivit**-Mineralfuttern, die sich im jahrzehntelangen Praxiseinsatz bestens bewährt haben.

Das perfekte Mineralfutter für Ihre Tiere



Healthy Profi Eco



Gerne berät Sie einer unserer Fachberater, welches Mineralfutter genau zu Ihren Bedürfnissen passt.



Das perfekte Mineralfutter für meinen individuellen Bedarf



## Maxcare-Mineralfutter

Durch die optimale Kombination mit betriebsrelevanten Zusatzpaketen lassen sie sich einfach und dennoch individuell kombinieren. Das sorgt für ein Höchstmaß an Flexibilität und unterstützt Sie perfekt bei der optimalen Gestaltung Ihrer Futterrationen.

Maxcare-Mineralfutter kurz erklärt:



Hier geht's zum Video!



Jeder Betrieb hat unterschiedliche **Zielsetzungen** (Leistung/Gesundheit/Nachhaltigkeit oder Effizienz) und jeder Bestand hat besondere Herausforderungen.

**Entscheiden Sie, was für Ihr Tier das Beste ist!**

# Einfluss der Fütterung eines speziell bearbeiteten Mariendistelextraktes auf die Milchleistung, -qualität und Gesundheit von Milchkühen

**Matthias TünTE<sup>1,2</sup>, Heiner Westendarp<sup>2</sup>, Hans-Georg Schön<sup>2</sup>, Kilian Fenske<sup>2</sup>,  
Jan-Bernd Reeken<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> GITES GmbH, 48336 Sassenberg, Deutschland

<sup>2</sup> Hochschule Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur,  
Osnabrück, Deutschland

## Einleitung

Die Leber ist das zentrale Stoffwechselorgan im Organismus und übernimmt eine Vielzahl von Aufgaben und Funktionen. Metabolische Umstände, schädigende Noxen und Entzündungsgeschehnisse können die Funktionalität der Leber einschränken und Gewebeschäden induzieren, was die Leistung und Gesundheit von Milchkühen beeinträchtigen kann. Silymarin, der hepatoprotektive Wirkstoff der Mariendistel, ist einer der besterforschten Wirkstoffe im Humanbereich. Zu den bedeutendsten Effekten zählen hepatoprotektive, antioxidative, antiinflammatorische und antifibrotische Eigenschaften. Zusätzlich wird die Proteinbiosynthese und die Leberregeneration stimuliert sowie die Milchleistung und die immunmodulierende Aktivität gesteigert (Abenavoli et al., 2010). Unbearbeitetes Silymarin weist eine geringe Pansenstabilität auf (Křížová et al., 2011). Außerdem ist die Bioverfügbarkeit von nativem Silymarin gering (Koch und Zinsberger, 1980), jedoch kann sie für den effizienteren Einsatz durch bestimmte Bearbeitungsschritte gesteigert werden (Morazzoni et al., 1992, Saller et al., 2001). Des Weiteren belegen wissenschaftliche Studien positive Effekte auf die Gesundheit und Leistungsbereitschaft von Milchkühen durch Zulage von nativem Silymarinextrakt (Tedesco et al., 2004, Ulger et al., 2017). Das Produkt EVO-AMARIS® basiert auf Mariendistelextrakt (Silymarin), welches durch den eigens entwickelten Herstellungsprozess „G-BiotraX“ mit anderen Pflanzenextrakten kombiniert und aktiviert, in der Bioverfügbarkeit gesteigert und zum Schutz vor ruminarer Abbaubarkeit in gehärteten Rapsfett verkapselt wird. Ziel dieser Untersuchung ist es, den Einfluss der Fütterung des speziell bearbeiteten Mariendistelextraktes EVO-AMARIS® auf die Milchleistung, -qualität und Gesundheit von Milchkühen zu untersuchen.

## Material und Methoden

Auf einem landwirtschaftlichen Praxisbetrieb mit einem herkömmlichen Boxenlaufstall wurden 140 Milchkühe der Rasse Holstein-Frisian in Abhängigkeit der Milchleistung, des Laktationsstadiums und des Körpergewichtes in zwei Gruppen (Versuchsgruppe = VG und Kontrollgruppe = KG) eingeteilt. Der Stall ist in zwei Einheiten mit je einem Melkroboter (Lely Astronaut A3 Next) aufgeteilt. An jedem Roboter wurde sowohl Versuchs- als auch Kontrollfutter gefüttert, sodass die Versuchsvarianten nicht räumlich getrennt waren. Die Gruppen unterschieden sich lediglich durch die Zulage von 4 Gramm EVO-AMARIS® pro laktierender Kuh und Tag bei den Versuchstieren. Um sicherzustellen, dass jede Kuh 4 Gramm EVO-AMARIS® pro Tag erhält, wurden diese mit einer Dosierung von 2 kg pro Tonne Milchleistungsfutter (MLF) einpelletiert. Somit konnten die 4 Gramm EVO-AMARIS® durch Aufnahme der minimal zugeteilten MLF-Menge von 2 kg pro Kuh und Tag aufgenommen werden. Der darüber hinaus gehende Bedarf an MLF wurde mit Kontroll-MLF gedeckt. Die Milchmengenerfassung erfolgte



täglich über die robotereigene geeichte Milchmengenmessung und im Abstand von ca. vier Wochen durch die Milchleistungsprüfung (MLP). Die Energie-korrigierte Milchmenge (ECM) wurde nach WEISS (2001) berechnet. Die Gesundheitsparameter wurden im Rahmen der täglichen Routinearbeit von dem Betriebsleiter dokumentiert. Dabei erfolgte die Einteilung in zwei Schweregrade (1 = leichte Erkrankung ohne antibiotischer Medikamentengabe, 2 = schwere Erkrankung mit antibiotischer Medikamentengabe). Die Datenauswertung erfolgte mit dem Programm IBM SPSS Statistics 25. Als Signifikanzniveau wurde  $p \leq 0,05$  festgelegt. Die tägliche Milchleistung wurde mit dem Programm SAS 9.2 mit der Prozedur MIXED modelliert (RANDOM Regression Modell). Basierend auf ALI und SCHAEFFER (1987) wurden für jede Versuchsvariante die Laktationskurven durch vier Kovariablen mit fixen Regressionskoeffizienten geschätzt. Um die Zellzahlen in der Varianzanalyse auswerten zu können, war es erforderlich, diese zu logarithmieren, um die typische Linksgipfeligkeit der Zellzahl-Kurve zu einer annähernden Normalverteilung zu transformieren (dargestellt als Mediane). Die Mastitiden wurden in einem Chi-Quadrat-Test mit dem Programm NCSS 8 Date ausgewertet.

## Ergebnisse

Die Auswertung der Energie-korrigierten Milchmenge bis zum 150. Laktationstag aus der MLP zeigt, dass die Milchkühe der VG (Färsen ausgenommen) eine um durchschnittlich 1,6 kg höhere Milchleistung aufwiesen ( $p = 0,361$ ) (Abbildung 1).

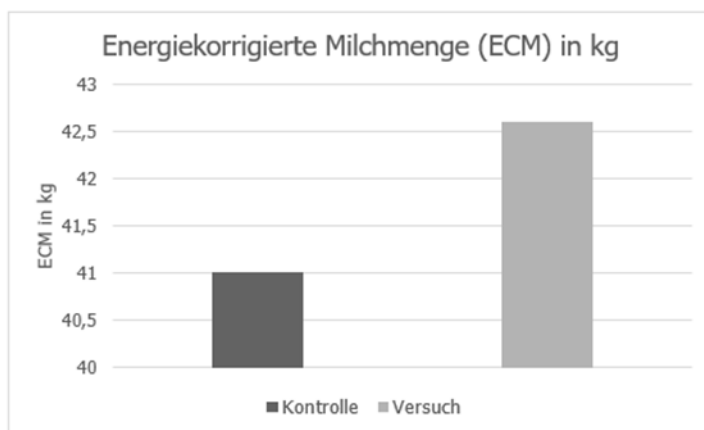


Abbildung 1: Ergebnisse der Energie-korrigierten Milchmenge (ECM) bis zum 150. Laktationstag

Die tägliche Milchleistung ist in Form von Laktationskurven für die VG und KG (Färsen ausgenommen) in Abbildung 2 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Einstiegsleistung (+ 1,5 kg) und das Leistungspeak (+ 1,0 kg) der VG höher war als das der KG. Außerdem konnte die VG ihr Leistungspeak länger halten als die KG. Nach einem parallelen linearen Abfall der Milchleistungskurven schneiden sich die Kurven um den 200. Laktationstag (LT). Am Laktationsende (305. LT) wies die KG eine höhere Milchleistung von 2,8 kg auf. Im Durchschnitt lag die Milchleistung der VG jedoch um 0,3 kg höher. Der Unterschied war allerdings nicht signifikant ( $p = 0,827$ ).

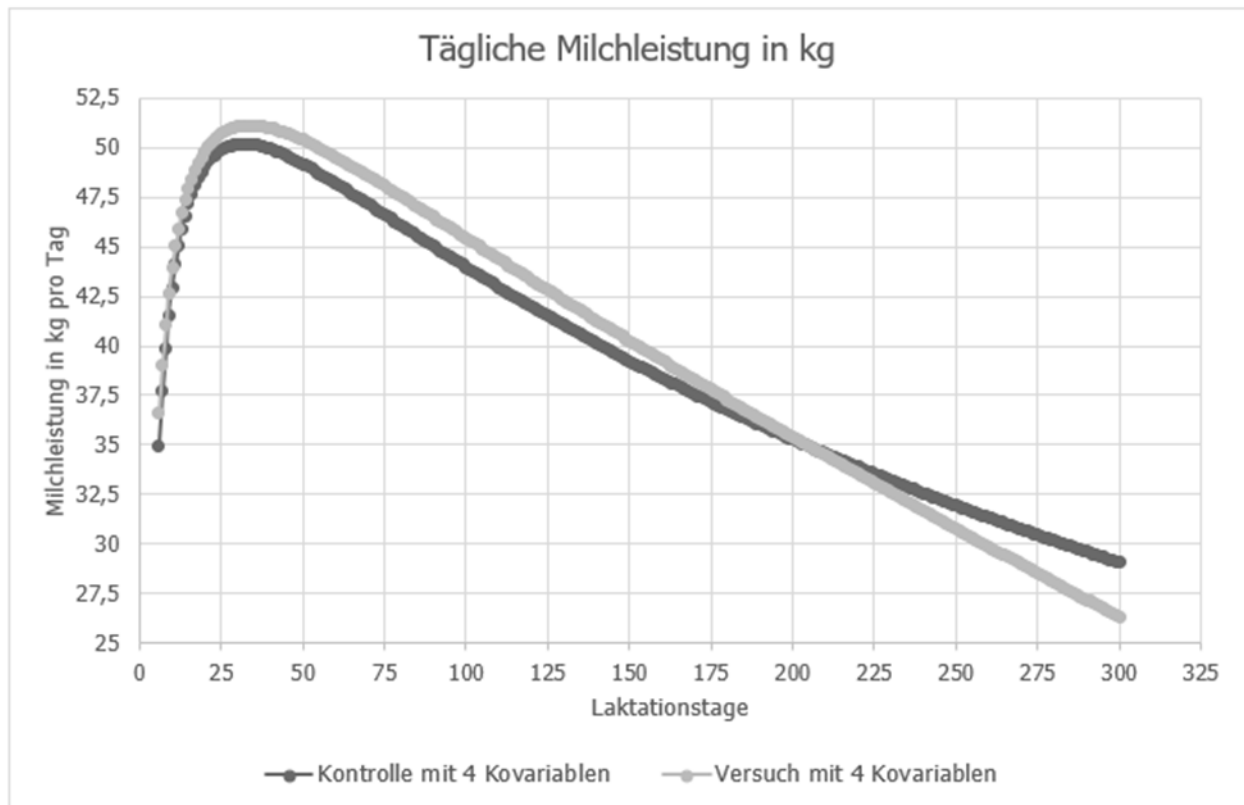


Abbildung 2: Darstellung der täglichen Milchleistung in kg (modelliert nach Ali und Schaeffer, 1987)

Die Ergebnisse der Mastitiden in Abbildung 3 zeigen, dass in der VG für beide Schweregrade deutlich weniger Mastitiden zu verzeichnen waren. Bei dem Schweregrad 1 gab es 50 Prozent weniger Mastitiden in der VG. Bei dem Schweregrad 2 konnte die Mastitishäufigkeit in der Versuchsgruppe um 66 Prozent reduziert werden. Es konnte eine statistische Tendenz ermittelt werden ( $p = 0,097$ ).

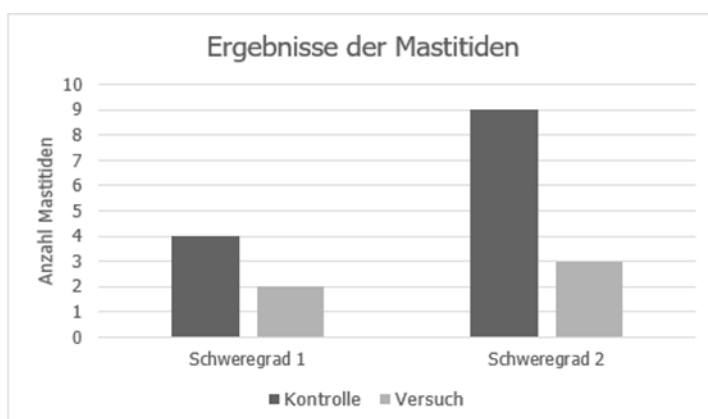


Abbildung 3: Ergebnisse der Mastitiden

Die Ergebnisse der Zellzahlen an den einzelnen MLP für die VG und KG (Färsen ausgenommen) sind in Abbildung 4 dargestellt. Es zeigt sich, dass an jeder MLP die VG die geringere Zellzahl hat und die Werte der VG deutlich homogener sind. In MLP 5 (Mai 2019) konnte ein signifikanter Unterschied zugunsten der VG nachgewiesen werden ( $p = 0,023$ ).

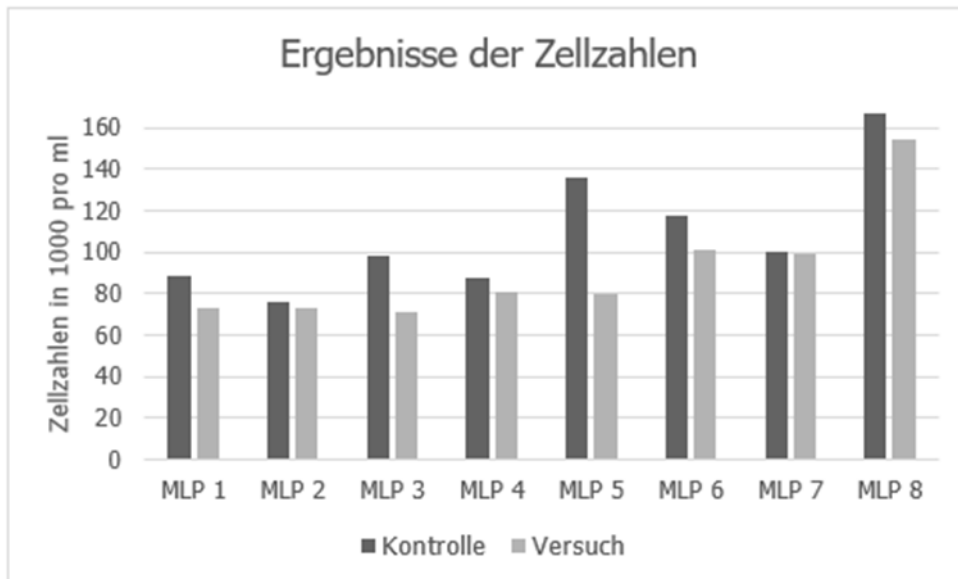


Abbildung 4: Ergebnisse der Zellzahlen

## Diskussion

Silymarin ist einer der besterforschten Pflanzenstoffe zur Unterstützung der Leber im Humanbereich. Mit Milchkühen wurden bisher einige Studien mit positiven Ergebnissen in Bezug auf Leistungsparameter und Gesundheit durchgeführt. Die Funktionsweisen von Silymarin sind vielfältig und scheinen gerade in Stoffwechselspitzen, wie beispielsweise der (Früh-)Laktation, die Leberfunktion der Milchkühe zu unterstützen. Zwar weist natives Silymarin eine geringe Bioverfügbarkeit und Beeinträchtigungen in der Pansen- und Magenstabilität auf, jedoch gibt es Verfahren diese zu verbessern, um damit die Effektivität und Effizienz der Extrakte zu steigern.

Im Vergleich zu Studien aus der Literatur wurden in diesem Versuch die gesamten Tiere einer Milchviehherde ( $N=140$ ) einbezogen. In der Literatur wird unbearbeitetes Extrakt in einer Dosierung von 10 g pro Kuh und Tag rund um die Kalbung (Tedesco et al., 2004) eingesetzt, während in der vorliegenden Studie ein speziell bearbeitetes Mariendistelgranulat, mit dem Handelsnamen EVO-AMARIS®, mit einer Dosierung von 4 Gramm pro Kuh und Tag bei den laktierenden Kühen verwendet wurde. Dies entspricht einer Dosierung von  $< 1$  Gramm Silymarin pro Kuh und Tag.

Die Ergebnisse der ECM bis zum 150. Laktationstag zeigen, dass die VG eine um 1,6 kg ECM höhere Milchleistung aufweist, welche jedoch nicht signifikant ist. Dies zeigt, dass das Potential von EVO-AMARIS® gerade in der Hochlaktation in Bezug auf die Leistung vorhanden ist. Da das Produkt nur an laktierende Milchkühe gefüttert wurde, konnten keine Effekte durch eine Fütterung vor der Kalbung untersucht werden. Auf Basis der Studien aus der Literatur scheint es allerdings möglich, dass grade die Fütterung von Silymarin vor der Kalbung die nachfolgende Laktation positiv beeinflussen kann. Die

Ergebnisse der täglichen Milchleistung zeigen eine deutliche Steigerung der Milchleistung zu Laktationsbeginn bei den Versuchstieren. Dies spricht für eine verbesserte und stabilere Vitalität in dieser Zeit. Zwar schneiden sich die Kurven am 200. LT, sodass die Kontrolltiere zu Laktationsende eine geringfügig höhere Milchleistung haben. Diesen Effekt konnten auch Tedesco et al., (2004) in ihrer Untersuchung beobachten. Jedoch lag die Milchleistung der vorliegenden Untersuchung im Durchschnitt um 0,3 kg ECM zugunsten der VG höher ( $p = 0,827$ ). Auch diese Ergebnisse zeigen, dass der Einfluss in der Früh-Laktation vorhanden ist. Ein Vergleich der Laktationskurven dieser Studie mit den Laktationskurven der Studie von Tedesco et al., (2004) zeigt, dass sich die Kurvenverläufe sehr stark ähneln. In Kombination mit dem Vergleich der Dosierungen des Silymarinpräparates kann geschlussfolgert werden, dass die Effektivität des Silymarins im Produkt EVO-AMARIS® um den Faktor 10 gegenüber nativem Silymarin gesteigert sein kann. Gleichzeitig erleichtert die verringerte Milchleistung zum Ende der Laktation das Trockenstellen der Milchkühe, was überaus vorteilhaft für die Eutergesundheit ist.

Die ermittelten Effekte können durch den Einfluss von EVO-AMARIS® auf die Leberfunktionalität erklärt werden. Die Aktivstoffe im EVO-AMARIS® fördern unter anderem die Regenerationsfähigkeit der Leber (Abenavoli et al., 2010). In der Konsequenz führt dies zu einem leistungsfähigeren Lebergewebe. Dies zählt sich insbesondere in den ersten 150 Tagen der Laktation, in denen ein hoher Bedarf für den Auf-, Ab- und Umbau von Nährstoffen besteht, aus. Dies gilt insbesondere für Fette als Energieträger, die von den Milchkühen zur Produktion der Milch verstoffwechselt werden müssen. Durch die Optimierung der Laktationskurve hat EVO-AMARIS® das Potential, die Gesundheit und Langlebigkeit von Kühen zu verbessern und die Remontierungsraten zu verringern. Dies wird insbesondere durch die Ergebnisse der Mastitishäufigkeit und der Zellzahl untermauert.

Die Mastitishäufigkeit konnte in der VG erheblich reduziert werden. Gerade bei dem Schweregrad 2 war das Auftreten um Zweidrittel geringer, was sich ebenfalls deutlich positiv auf den Medikamentenverbrauch auswirkt. Für eine bessere Eutergesundheit sprechen auch die Ergebnisse der Zellzahlen. In allen Kontrollterminen war die Zellzahl der Versuchstiere niedriger als die der Kontrolltiere. In der fünften MLP konnte dieser Unterschied sogar statistisch abgesichert werden ( $p = 0,023$ ). Die positiven Einflüsse auf die Eutergesundheit sind möglicherweise mit einer Entlastung des Stoffwechsels, aber auch auf entzündungshemmende und antioxidative Eigenschaften des Silymarins zurückzuführen. Ferner kann eine gesteigerte Entgiftungskapazität der Leber die Gesundheit und Vitalität positiv beeinflussen.

Letztlich hat der Einsatz von EVO-AMARIS® durch die zuvor dargestellten Effekte auch das Potential, den Medikamentenverbrauch in der Milchviehhaltung zu verringern. Der optimierte Verlauf der Laktation kann ein Trockenstellen ohne Antibiotika begünstigen. Zudem kann der Medikamentenbedarf für die Behandlungen von Mastitiserkrankungen erheblich reduziert werden.

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die Fütterung des speziell bearbeiteten Mariendistelextraktes EVO-AMARIS® an Milchkühen positive Effekte auf die Milchleistung, -qualität und Gesundheit nehmen kann. Dieser Versuch brachte folgende Ergebnisse hervor:

- Steigerung der ECM bis zum 150. Laktationstag um 1,6 kg
- Deutlich ausgeprägteres Leistungsspeak
- Durchschnittlich lag die Milchleistung der Versuchstiere um 0,3 kg höher
- Mastitishäufigkeit um bis zu 70 % reduziert
- Reduktion der Zellzahlen, teilweise signifikant geringer

## Literatur

- ABENAVOLI, L., CAPASSO, R., MILIC, N., CAPASSO, F. (2010): Milk Thistle in Liver Diseases: Past, Present, Future. *Phytotherapy Research*, 1423 – 1432.
- ALI, T. E., SCHAEFFER, L. R. (1987): Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 67, 637 – 644.
- yields in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 67, 637 – 644.
- KŘÍŽOVA, L., WATZKOVÁ, J., TRÍNÁCTÝ, J., RICHTER, M., BUCHTA, M. (2011): Rumen degradability and whole tract digestibility of flavonolignans from milk thistle (*Silybum marianum*) fruit expeller in dairy cows. *Czech Journal of Animal Science* 56, 269 – 278.
- KOCH, H., ZINSBERGER, G. (1980): Löslichkeitsparameter von Silybin, Silydianin und Silychristin. *Arch. Pharm. (Weinheim)* 313, 526 – 533.
- MORAZZONI, P., MAGISTRETTI, M.J., GIACHETTI, C., ZANOLO, G. (1992): Comparative bioavailability of Silipide, anew flavonolignan complex, in rats. *European Journal of Drug Metabolism and Pharmacokinetics* 17, 39 – 44.
- SALLER, R., MEIER, R., BRIGNOLI, R. (2001): The Use of Silymarin in the Treatment of Liver Diseases. *Drugs* 61, 2035 – 2063.
- TEDESCO, D., TAVA, A., GALLETI, S., TAMENI, M., VARISCO, G., COSTA, A., STEIDLER, S. (2004): Effects of Silymarin, a Natural Hepatoprotector, in Periparturient Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 87, 2239 – 2247.
- ULGER, I., ONMAZ, A. C., AYAŞAN, T. (2017): Effects of silymarin (*Silybum marianum*) supplementation on milk and blood parameters of dairy cattle. *South African Journal of Animal Science* 2017, 47 (No. 6), 758 – 765.
- WEISS, J. (2001): Grundfutterleistung einheitlich berechnen. *Milchpraxis* 39, 114 – 115.

### Autorenanschrift:

Matthias Tün te  
GITES GmbH  
Gröbblingen 80  
48336 Sassenberg  
m.tuente@gites-gmbh.de



# Einzigartige Futteradditive für gesunde Nutztiere!

 MADE IN GERMANY



## Huminsäuren des Typs WH67® Darmfunktion stärkendes Biotikum

Über 70 Studien belegen die zuverlässigen und wirkungsvollen Effekte

Nachweislich hohe Neutralisation von Endo- und Mykotoxinen

Patentierte Neutralisation von Glyphosat im tierischen Organismus

Die weltweit wirkungsstärksten Huminsäuren

## Mariendistelgranulat EVO-AMARIS® Herausragender natürlicher Leberschutz

Mikroverkapselung → Pansen- und magenstabil

 → 10-fach gesteigerte Bioverfügbarkeit

Standardisierung → Hochkonzentriert, pelletierfähig, sicher

Breites Einsatzspektrum → Alle Tierarten – vom Leberschutz bis zur Toxinblockade



**NATURAL  
HEALTHY  
FARMING**

[gites-gmbh.de](https://www.gites-gmbh.de)  
[info@gites-gmbh.de](mailto:info@gites-gmbh.de)  
+49 2581 / 94 102 - 0

## Möglichkeiten der Reduzierung von Methanemissionen aus der Milchviehhaltung durch den Einsatz eines neuartigen Futterzusatzstoffes

**Torsten Schomaker<sup>1</sup>, Maik Kindermann<sup>2</sup>, Nicola Walker<sup>2</sup>, Matthias Wiemann<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> DSM Nutritional Products GmbH, D-49565 Bramsche

<sup>2</sup> DSM Nutritional Products Ltd., CH-4303 Kaiseraugst

### Einleitung

Im Rahmen der Einhaltung von globalen Klimaschutzzielen hat vor allem die Reduzierung von Treibhausgasemissionen einen besonderen Stellenwert. Insbesondere sind die Methanemissionen aus der Tierhaltung von Bedeutung, da hier die Milchviehhaltung einen substanziellen Anteil beiträgt. In der Kalkulation des ökologischen Fußabdrucks der Milchproduktion entfallen 58,5% der Treibhausgase auf die direkten Methanausscheidungen der Milchkühe (FAO and GDP, 2018).

Bei den Wiederkäuertierarten produzieren die pansenstämmigen Archaeabakterien aus den Abbauprodukten des Zellulose-Softwechsels ( $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2$ ) in der Methanogenese unter strikt anaeroben Bedingungen  $\text{CH}_4$ . Das Methan wird dann über einen Ruktus direkt ausgeschieden. Eine Beeinflussung der Methanproduktion kann über der Veränderung des Grundfutteranteils, einer besseren Grundfutterqualität und dem Einsatz von Fetten bzw. Fettsäuren erfolgen. Auf der Ebene der Futterzusatzstoffe wurden Effekte der Methanreduzierung von phytoenen Zusatzstoffen (Tannine, Saponine, ätherische Öle) durch eine antimikrobielle Modulation der Pansen-Mikrobiota berichtet. Ähnliche Effekte werden auch durch Antibiotika/Ionophore bewirkt, diese sind allerdings in der EU futtermittelrechtlich nicht zugelassen. Eine neue und attraktive Option zur Reduktion der Methanemission von Wiederkäuern besteht in der Entwicklung von spezifischen Methan-Inhibitoren. Hierzu gehört der neuartige Futterzusatzstoff 3-Nitrooxypropanol (3-NOP; Produktname Bovaer<sup>®</sup>, DSM Nutritional Products, Kaiseraugst). Die Wirkung des 3-Nitrooxypropanol basiert auf der temporären Inhibition der Methyl-Coenzym-M-Reduktase (MCR), dem entscheidenden Enzym am Ende der Methanogenese in Archaea (Duin et al, 2016). Durch diese temporäre Inhibition des Enzyms MCR wird der Prozess der Methanbildung vorübergehend gehemmt. Das detaillierte Studium des Wirkmechanismus hat gezeigt, dass (a) diese Inhibition vollständig reversibel und (b) der Effekt sehr spezifisch ist, d.h. es hat keine selektierenden Wirkungen auf die ruminale Mikrobiota.

Der Wirkstoff 3-NOP befindet sich aktuell in dem EU-Zulassungsverfahren und eine Registrierung als zootechnischer Zusatzstoff mit einer avisierten Dosierung von 60-100 mg/kg TM-Aufnahme wird für 2021 erwartet.

### Material und Methoden

In einer Auflistung vorhandener wissenschaftlicher Studien mit Milchkühen wurden Daten aus 11 Versuchen zusammengefasst. Bedingt durch die Tatsache, dass der Fokus auf der Messung von Methanemissionen am Tier lag, betrug die Anzahl der jeweils zu Einsatz kommenden Milchkühe lediglich 6 bis 56 Tiere. In allen Versuchen wurde eine gleichmäßige Verteilung von erstkalbigen und mehrkalbigen Tieren sicher gestellt. Eine Zugabe des 3-NOP erfolgte in fast allen Fällen über ein

Supplement zur TMR, lediglich in der Studie von van Wesemael (2019) wurde zwischen Gabe über TMR oder Kraftfutter differenziert. Insgesamt wurden Dosierungen in einer Spanne von 40 – 200 mg 3-NOP/kg TM-Aufnahme jeweils als Zulage auf eine Basalration verglichen. Ein Schwerpunkt der untersuchten Dosierungen lag aber im Bereich von 60-100 mg 3-NOP/kg TM-Aufnahme.

Die verwendeten Futterrationen wurden als TMR mit Gras-, Maissilage, Getreide-GPS und Luzerne-Heulage als Hauptkomponenten erstellt. Mit einem Anteil von 30-40% der TM-Aufnahme wurde der Kraftfutteranteil der Gesamtration bemessen. Die Futterrationen wurden bedarfsgerecht und auf die jeweilige Milchleistung hin erstellt.

Zur Messung der Methanemissionen kamen unterschiedliche Technologien zum Einsatz: a) Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>)-Marker-Technik zur kontinuierlichen Sammlung der Atemluft (Haisan et al, 2014; 2017), b) GreenFeed Stationen (Futterstationen mit begleitenden Respirationsmessungen; van Wesemael et al, 2019; Hristov et al, 2015; Lopes et al, 2016; Melgar et al, 2020) als auch c) Respirationskammern (van Gastelen et al, 2020).

Tabelle 1: Übersicht der Studien zum Einsatz von 3-NOP in Milchviehversuchen mit Darstellung der verwendeten Behandlungen und Ergebnissen der gemessenen Methanemissionen

Versuch	Behandlungen (Dosierungen je kg TM-Aufnahme)	CH <sub>4</sub> / kg Trockenmasse (% reduction)	CH <sub>4</sub> / ECM (% reduction)
Melgar et al, 2020b (49 Kühe)	Kontrolle	17.0	10.95
	40mg 3-NOP	13.4 (22%)	8.16 (25%)
	60mg 3-NOP	13.9 (18.0%)	8.00 (26%)
	80mg 3-NOP	14.3 (16%)	8.00 (26%)
	100mg 3-NOP	11.3 (34%)	6.95 (37%)
	150mg 3-NOP	10.9 (36%)	6.00 (46%)
	200mg 3-NOP	11.6 (32%)	6.07 (45%)
Van Gastelen et al, 2020 (16 Kühe)	Kontrolle	21.2	10.1
	60mg 3-NOP	17.7 (17%)	8.8 (13%)
Hristov et al, 2015 (48 Kühe)	Kontrolle	17.2	10.8
	40mg 3-NOP	13.9 (19%)	8.9 (18%)
	60mg 3-NOP	13.2 (23%)	7.2 (33%)
	80mg 3-NOP	12.5 (27%)	7.9 (27%)
Lopes et al, 2016 (6 Kühe)	Kontrolle	20.7	18.0
	60mg 3-NOP	13.6 (34%)	11.9 (34%)
Van Wesemael et al, 2019 (30 Kühe)	Kontrolle	23.5	18.04
	100mg 3-NOP (TMR)	18.1(23%)	14.07 (22%)
	100mg 3-NOP (Konz.)	18.6 (21%)	14.0 (22%)
Haisan et al, 2014 (12 Kühe)	Kontrolle	17.8	10.75
	125mg 3-NOP	7.18 (59.7%)	3.77 (65%)
Haisan et al, 2017 (15 Kühe)	Kontrolle	19.9	13.66
	62,5mg 3-NOP	15.3 (33%)	10.5 (23%)
	125mg 3-NOP	12.6 (37%)	8.68 (36%)
Melgar et al, 2020a (56 Kühe)	Kontrolle	14.9	8.9
	60mg 3-NOP	11.7 (22%)	6.7 (25%)
Uni Wageningen (Manuskript in Vorb.)	Kontrolle	22.2	17.0
	54 mg 3-NOP	17.6 (21%)	12.9 (24%)
Uni Reading (Manuskript in Vorb.)	Kontrolle	19.2	12.1
	60 mg 3-NOP	12.8 (34%)	8.4 (31%)
INRA (Manuskript in Vorbereitung)	Kontrolle	16.4	11.9
	60 mg 3-NOP	12.1 (26%)	8.6 (28%)



## Ergebnisse

In allen aufgeführten Studien zeigte der Einsatz des Futterzusatzstoffes 3-NOP eine Reduzierung der Methanemissionen, die auch in fast allen Studien für alle getesteten Dosierungen eine signifikante Minderung ( $p < 0,05$ ) darstellte. In der Studie von van Gastelen et al, 2020 ergab sich eine signifikante Differenz für die Methan-Emissionen je kg TM-Aufnahme während das Signifikanzniveau für die 28%)Mittelwerte der täglichen Emissionen (g/d) in einem Wert von  $p = 0,14$  resultierte. In der Studie von van Wesemael et al (2019) wurde der Behandlungsperiode eine Depletionsphase (Washout) angeschlossen, die zeigte, dass mit Herausnahme des Zusatzstoffes 3-NOP wieder ein Angleichen der Werte der Methanemissionen erreicht wurde.

Für die Parameter Trockenmasseaufnahme und Milchmenge konnte in keiner der Untersuchungen eine signifikante Differenz zwischen den Behandlungen festgestellt werden.

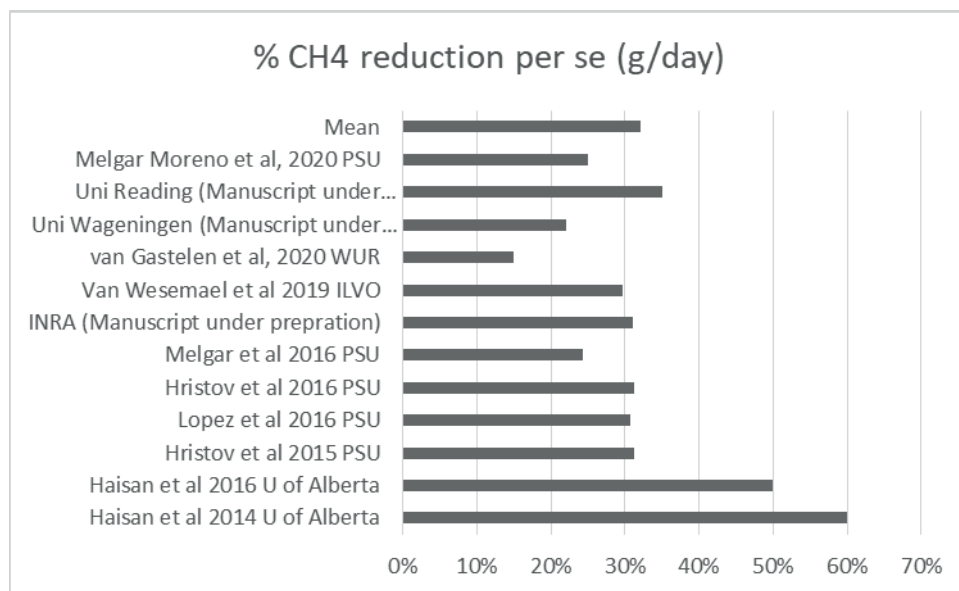


Abbildung 1: Darstellung der mittleren Reduzierung der Methanemissionen in den betrachteten Untersuchungen und als Mittelwert über alle Studien, jeweils gegenüber einer unbehandelten Kontrolle

## Diskussion

Die hier aufgeführten Untersuchungen zum Einsatz des neuartigen Futterzusatzstoffes 3-NOP zeigen eine dosis abhängige Verringerung Methanemissionen von im Mittel 32% und einer Spanne von 16% bis 60% jeweils gegenüber einer unsupplementierten Kontrolle. Eine Beeinträchtigung der Milchleistung wurde in keiner der Studien beobachtet, so daß auch mit Bezug der Methanemissionen je kg Milch von einem Reduzierungspotential von 30% ausgegangen werden kann. In einer Meta-Analyse von Dijkstra et al (2019) wird neben der Dosierung für die erreichte Reduzierung der Methanemission auch das eingesetzte Futter diskutiert. Der NDF Gehalt wurde als ein Parameter identifiziert, der die Effektivität der Methanreduktion von 3-NOP beeinflussen kann.

## Schlussfolgerung

Zur Einhaltung von Klimaschutzziele hat die Reduzierung der Methanemissionen aus der Milchviehhaltung eine zentrale Bedeutung. Durch den Einsatz des neuartigen Futterzusatzstoffes 3-NOP (Produktname Bovaer<sup>®</sup>, DSM Nutritional Products, Kaiseraugst) wird eine substantielle Inhibition der Methanogenese im Pansen erreicht. In einer zusammenfassenden Auswertung von 11 wissenschaftlichen Studien wurde im Mittel eine signifikante Reduzierung der Methanemissionen von 32% ohne Einwirkung auf Trockenmasseaufnahme und Milchleistung ermittelt. Daher ist der Einsatz des Futterzusatzstoffes 3-NOP als effektive Option zur Verringerung der Methanemissionen aus der Milchviehhaltung zu bewerten

## Literatur

FAO and GDP (2018).: Climate change and the global dairy cattle sector – The role of the dairy sector in a low-carbon future. Rome. 36 pp; Licence: CC BY-NC-SA- 3.0 IGO

Duin, E. C., T. Wagner, S. Shima, D. Prakash, B. Cronin, D. R. Yáñez-Ruiz, S. Duval, R. Rumbeli, R. T. Stemmler, R. K. Thauer, and M. Kindermann (2016). Mode of action uncovered for the specific reduction of methane emissions from ruminants by the small molecule 3-nitrooxypropanol. *Proceedings National Academy of Science USA* 113:6172–6177.

Dijkstra, J., A. Bannink, J. France, E. Kebreab, and S. van Gastelen (2018.) Short communication: Antimethanogenic effects of 3-nitrooxypropanol depend on supplementation dose, dietary fiber content, and cattle type. *Jour. of Dairy Science* 101:9041–9047

Haisan, J., Y. Sun, L. L. Guan, K. A. Beauchemin, A. Iwaasa, S. Duval, D. R. Barreda, and M. Oba. (2014) The effects of feeding 3-nitrooxypropanol on methane emissions and productivity of Holstein cows in mid lactation. *Jour. of Dairy Science* 97:3110–3119

Haisan, J., Y. Sun, L. L. Guan, K. A. Beauchemin, A. Iwaasa, S. Duval, M. Kindermann, D. R. Barreda, and M. Oba. (2017) The effects of feeding 3-nitrooxypropanol at two doses on milk production, rumen fermentation, plasma metabolites, nutrient digestibility, and methane emissions in lactating Holstein cows. *Animal Production Science*. 57:282–289

Hristov, A. N., J. Oh, F. Giallongo, T. W. Frederick, M. T. Harper, H. L. Weeks, A. F. Branco, P. J. Moate, M. H. Deighton, S. R. O. Williams, M. Kindermann, and S. Duval. (2015). An inhibitor persistently decreased enteric methane emission from dairy cows with no negative effect on milk production. *Proceedings National Academy of Science USA* 112:10663–10668

Lopes, J. C., L. F. de Matos, M. T. Harper, F. Giallongo, J. Oh, D. Gruen, S. Ono, M. Kindermann, S. Duval, and A. N. Hristov. (2016) Effect of 3-nitrooxypropanol on methane and hydrogen emissions, methane isotopic signature, and ruminal fermentation in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 99:5335–5344

Melgar, A., M. T. Harper, J. Oh, F. Giallongo, M. E. Young, T. L. Ott, S. Duval and A. N. Hristov (2020a); Effects of 3-nitrooxypropanol on rumen fermentation, lactational performance, and resumption of ovarian cyclicity in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 103:410–432

Melgar, A., K. C. Welter, K. Nedelkov, C. M. M. R. Martins, M. T. Harper, J. Oh, S. E. Räisänen, X. Chen, S. F. Cueva, S. Duval, and A. N. Hristov (2020b); Dose-response effect of 3-nitrooxypropanol on enteric methane emissions in dairy cows. *Journal of Dairy Science* Vol.103: P6145-6156

Van Gastelen, S., J. Dijkstra, G. Binnendijk, S. M. Duval, J. M. L. Heck, M. Kindermann, T. Zandstra and A. Bannink (2020); 3-Nitrooxypropanol decreases methane emissions and increases hydrogen emissions of early lactation dairy cows, with associated changes in nutrient digestibility and energy metabolism. *Journal of Dairy Science* 103 (article in press)

Van Wesemael, D., L. Vandaele, B. Ampe, H. Cattrysse, S. Duval, M. Kindermann, V. Fievez, S. De Campeneere, and N. Peiren. (2019) Reducing enteric methane emissions from dairy cattle: Two ways to supplement 3-nitrooxypropanol. *Journal of Dairy Science* 102:1780–1787

**Autorenanschrift:**

DSM Nutritional Products GmbH  
Torsten Schomaker  
Im Breuel 10  
D-49565 Bramsche  
Torsten.Schomaker@dsm.com



# Reduzierung von Emissionen aus der Nutztierhaltung

Wir finden mit Leidenschaft und Know-how Möglichkeiten, die Treibhausgasemissionen von Kühen zu senken. Wir wollen den Wandel in der Tierernährung und -gesundheit vorantreiben. Darin sehen wir unsere Verantwortung zur Schaffung einer nachhaltigen Zukunft.

***Wenn nicht wir, wer dann?***

***Wenn nicht jetzt, wann dann?***

***WIR MACHEN ES MÖGLICH***

Finden Sie heraus, wie DSM dazu beiträgt, die Tierernährung und -gesundheit nachhaltig zu verbessern:  
[www.dsm.com/wemakeitpossible](http://www.dsm.com/wemakeitpossible)

NUTRITION • HEALTH • SUSTAINABLE LIVING



**DSM**

BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.



## Colostrum quality enhanced by phytogenic feed additive during close-up period

T.D. Turner<sup>2\*</sup>, S. M. Ramirez<sup>1</sup>, P.N. Gott<sup>1</sup>, A. Tacconi<sup>2</sup>, G.R. Murugesan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BIOMIN America Inc., Overland Park, KS, USA

<sup>2</sup>BIOMIN Holding GmbH, Getzersdorf, Austria

### Abstract

Colostrum is vital for neonatal passive immune transfer, however enhancing quality and quantity is difficult. Anti-inflammatory and anti-oxidative properties of phytochemicals can potentially improve colostrum quality by supporting dry cow immune response during udder “regeneration”. Trial objective was to determine the influence of Digestarom® Dairy (BIOMIN America, KS, USA), a phytogenic feed additive, on colostrum quality when fed approximately 30 days prior to calving. All cows were fed the same ration, with an addition of 2 g/cow/d of Digestarom® Dairy in the treatment group. Trial was conducted in two replicate feeding periods. Initial data included 641 Control and 524 Digestarom® Dairy cows, sub-grouped into 2<sup>nd</sup> and 3<sup>+</sup> parity. A sub-data set of cows with colostrum Brix value >21% (“high quality”) was selected for further analysis.

> At the herd level, Digestarom® Dairy enhanced the proportion of 2<sup>nd</sup> ( $P<0.1$ ) and 3<sup>+</sup> parity cows producing “high quality” colostrum. Overall, the proportion of cows producing “high quality” colostrum was improved by 5.2% ( $P<0.1$ ) with Digestarom® Dairy. Of cows producing “high quality” colostrum, Digestarom® Dairy enhanced the Brix value by 0.33 points, and colostrum volume by 0.57 kg/cow, or 5.4%. This adds an additional 68 mg IgG/cow or 5.7% increase in IgG production. Modest improvements in quantity and quality could enhance available quality colostrum by 10.3% or 110 L per 100 cows. In conclusion, Digestarom® Dairy enhanced the proportion of multiparous cows producing “high quality” colostrum. Furthermore, of cows producing “high quality” colostrum, Digestarom® Dairy enhanced the volume/cow, Brix % and IgG concentration. Implications of improved colostrum quality could reflect better cow health status at parturition as well as be beneficial to calf health.

### Introduction

Early calf health and success relies on receiving adequate amounts of good quality colostrum as soon as possible after birth, as there is no transmission of protective immunoglobulins *in utero*. Although this concept is well understood, ensuring that calves receives the necessary amount of IgG via colostrum to help protect the naïve immune system of new born calves is a challenge unto itself. A recent survey of dairy producers in USA found of commercial producers ( $\geq 500$  cows), only 47.1% checked colostrum quality with a colostrometer, and only 22.2% used a Brix refractometer (USDA, 2018). On-farm colostrum quality monitoring was severely decreased on medium size farms (100 to 499 cows) with 15.7% using colostrometers and only 4.6% using refractometers. Monitoring colostrum quality on smaller farms with less than 100 cows, a size more typical in Europe, was virtually void. Adequate colostrum quality and quantity delivered shortly after birth is paramount to ensure passive transfer immunity of calves for both short-term and long-term health benefits of the calves. Failure of passive transfer is classified as a serum IgG concentration of <10 g/L between 24 and 48 h after birth. A U.S. dairy survey indicated that failure of passive transfer (FPT) occurs in over

19% of dairy calves (Shivley et al. 2018). This places calves at a high risk of early morbidity and mortality until the calf develops an active immune system. Factors known to be detrimental to colostrum quality such as nutritional restriction pre-calving, heat stress, short dry period and delayed colostrum collection, whereas other factors can improve quality, including age at parturition and prepartum vaccination (Godden et al. 2019). Furthermore, over supplementation during the dry period has not been shown to affect colostrum production, and can have negative effects by raising the risk of metabolic disorders post-calving for the cow. Alternatively, focusing on the cow's health can be beneficial, with vitamin E and selenium reportedly enhancing colostrum volume, when fed antioxidant deficient diets (Lacetera et al. 1996). Phytochemicals are known for antioxidative and anti-inflammatory effects, with complementary effects stemming from the synergies between blended compounds (Gobert et al. 2009). By supporting cow's natural immunity, during the dry period and tissue rejuvenation, better quality colostrum may be achieved. Our objective is to investigate the effects of a complex phytogenic feed additive fed during the dry period on the colostrum quality and quantity in a commercial high production dairy herd.

## Materials and Methods

A close-up dry cow feeding trial was performed on a commercial dairy (CA, USA), using one pen, with cows entering 30 days pre-calving. Trial was conducted in two sequential feeding period replicates with a two-week washout between treatment periods. Cows were fed the same pre-calving TMR, with treatment cows receiving 2 g/d Digestarom® Dairy mixing in the mineral. Cows present in both feeding periods or washout phases were omitted from the data set. Initial herd data set included 530 Control cows, with 217 and 313 2<sup>nd</sup> parity 3<sup>+</sup> parity cows, respectively and 457 Digestarom® Dairy cows, with 211 and 246 2<sup>nd</sup> parity 3<sup>+</sup> parity cows, respectively. A data subset including only cows with Brix values > 21% was selected for further investigation. Of cows with Brix values > 21%, the Control group comprised of 173 cows, including 61 2<sup>nd</sup> parity and 112 3<sup>+</sup> parity cows. The Digestarom® Dairy group comprised of 182 cows, including 77 2<sup>nd</sup> parity and 105 3<sup>+</sup> parity cows. Brix % value measured by electronic refractometer and colostrum weight was recorded for each cow. IgG content (mg/mL) was calculated according to Morrill et al. (2015). Treatment effect on colostrum Brix value, volume and IgG concentration were analysed as a one-way ANOVA (SPSS v22, Chicago, IL, USA). Feeding period was not significant and excluded as a covariate.

## Results & Discussion

In general, colostrum quality improves with lactation, with most producers only using and saving colostrum from multiparous cows. Initial overview of colostrum quality in this trial indicates a similar pattern, with the proportion of 3<sup>+</sup> parity cows having "high quality" (Brix > 21%) colostrum to be greater than that of 2<sup>nd</sup> parity cows in Control and Digestarom® Dairy groups (Figure 1). Interestingly, the effect of Digestarom® Dairy was stronger for 2<sup>nd</sup> parity than 3<sup>+</sup> parity cows, improving the proportion of "high quality" colostrum cows by 7.4% ( $P < 0.1$ ) and 4.0% ( $P > 0.1$ ), respectively, compared to their Control counter parts. Overall, the proportion of multiparous cows producing "high quality" colostrum was enhanced by 5.2% when feeding Digestarom® Dairy in the close-up dry group.

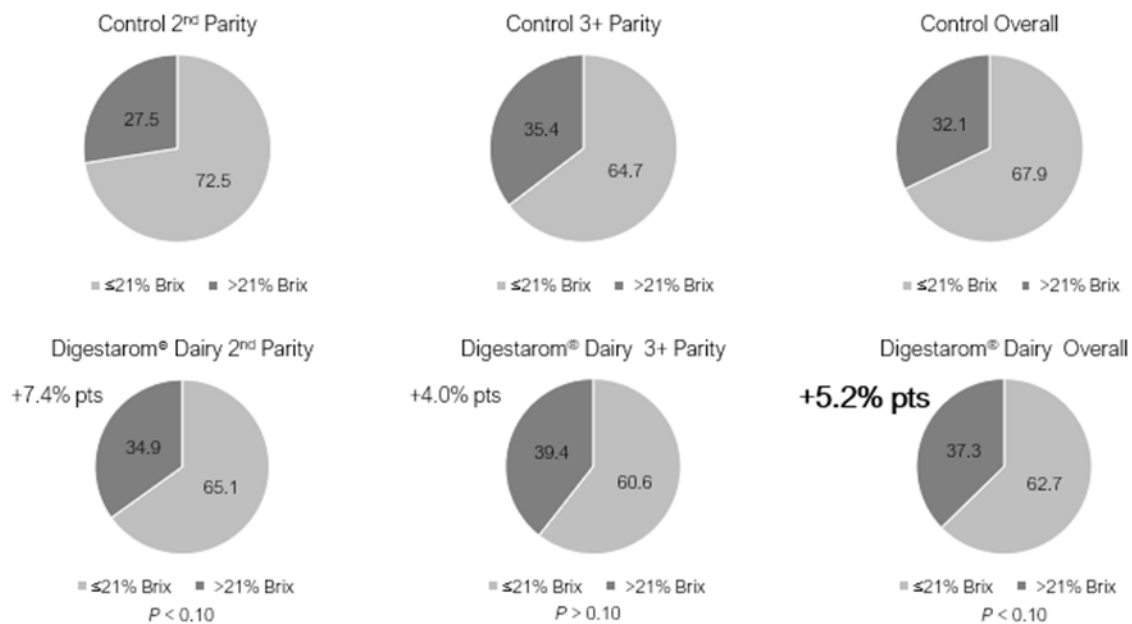


Figure 1. Comparison of Brix >21% values of 2nd and 3+ parity cows in Control and Digestarom® Dairy groups

In commercial terms, this adds the colostrum production from an additional 5.2 cows/100 cows to the colostrum bank, easing the stress on the available pool or allowing additional colostrum to be fed per calf for improved passive transfer. In a recent review by Godden et al. (2019), instances of failure of passive transfer (FPT), when calf serum IgG levels are below 10 g/L at 24 to 48 h after birth were discussed. Major factors associated with FPT relates to the volume, quality and time post-calving when colostrum is provided. To facilitate adequate passive transfer, recommendations are for calves to receive 300 g of IgG in first 12 h (Godden et al. 2019). To reduce the risk of FPT, increasing colostrum volume from 2 L in first 6 h with additional 2 L within 12 h to 4 L at initial feeding with total volume of 6 L in 24 h, was advocated (Godden et al. 2019).

From the sub-set of cows producing “high quality” colostrum, those receiving Digestarom® Dairy scored on average 0.33 units higher on the Brix scale (Figure 2).

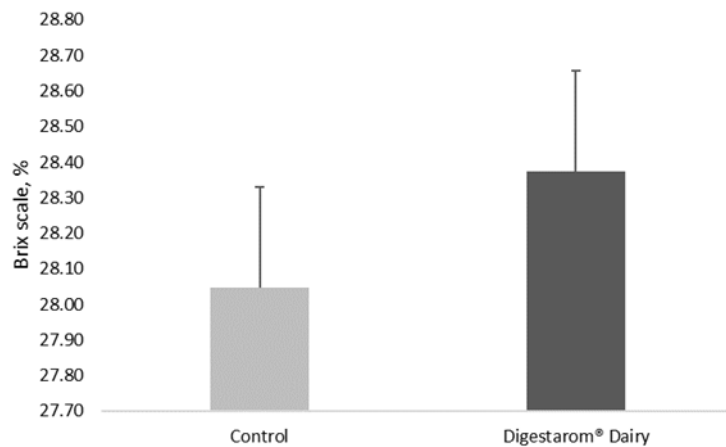


Figure 2. Average Brix % value of Control and Digestarom® Dairy cows producing high quality colostrum (Brix >21%)

Furthermore, of the cows with Brix colostrum quality >21%, those receiving Digestarom® Dairy produced 0.57 kg/cow, or 5.4% more colostrum than those in the Control group (Figure 3). A number of factors have been identified that can negatively affect colostrum quality in multiparous cows, such as nutrient deficient diets, short dry period length and even season, whereas vaccination programs do not specifically enhance IgG content, vaccinations can enhance concentration of antigen-specific protective colostral antibodies (Godden et al. 2019). However, in general, enhancing the colostrum quality and quantity through nutritional means is difficult. From an alternative perspective, the anti-inflammatory/anti-oxidative traits of the phytogenic compounds in Digestarom® Dairy likely contributed to overall animal health status during the dry period. During the dry period the udder tissue must rejuvenate itself via involution, pass through steady state of tissue turnover, and finally reactivation with colostrum production. Tissue turnover during these phases can generate reactive oxidative and pro-inflammatory entities affecting the immune status of the cow. With Digestarom® Dairy helping to alleviate some of these stressors, overall udder health could be improved, leading to better colostrum quality and quantity.

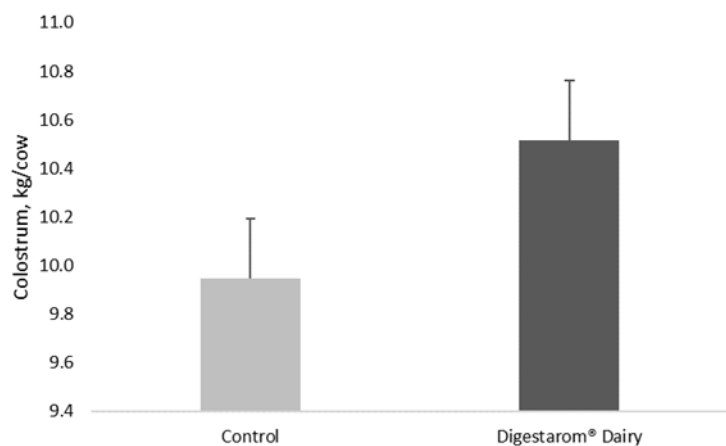


Figure 3. Average colostrum volume of Control and Digestarom® Dairy cows producing high quality colostrum (BRIX >21%)



Based on the conversion calculation by Morrill et al. (2015), Digestarom® Dairy would enhance IgG production per cow by an additional 68.2 mg or 5.7%. Correlation between colostrum IgG concentration and calf serum IgG concentration was reported by Lombard et al. (2016), whereby for every 10 g/L more IgG in colostrum, calf serum IgG levels were increased by 1.1 g/L. Moreover, DeNise et al. (1989) reported that in calf serum, for every unit above 12 mg/mL, heifers produce an additional 8.5 kg milk in first lactation. These works highlight the potential benefits of feeding higher quality and quantity of colostrum at birth. When taken from a herd management perspective, feeding Digestarom® Dairy, as part of a preventative nutritional management practice, has the potential to increase available colostrum by 110 L/100 cows (Figure 4). This helps reduce the pressure of having adequate volumes of colostrum available in colostrum banks, be more flexible with dosing and, in some cases, enables producers to sell excess colostrum to spray-dry colostrum manufacturers for additional farm revenue.

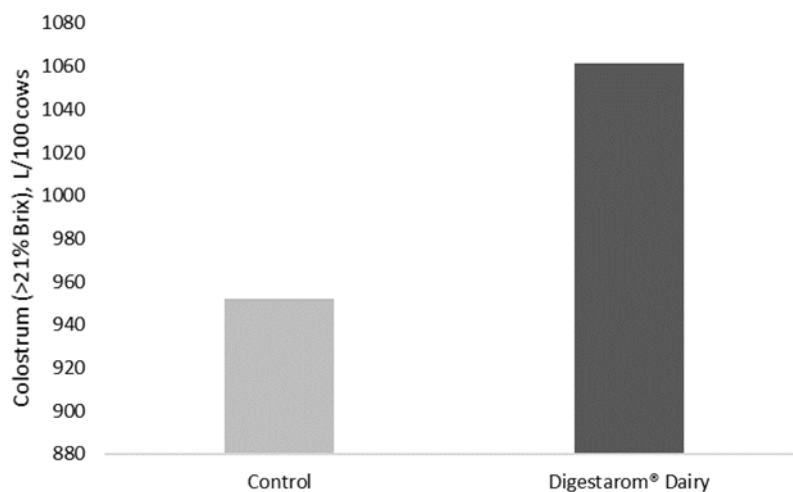


Figure 4. Average liters of quality colostrum produced per 100 cows comparing Digestarom® Dairy to Control

## Conclusion

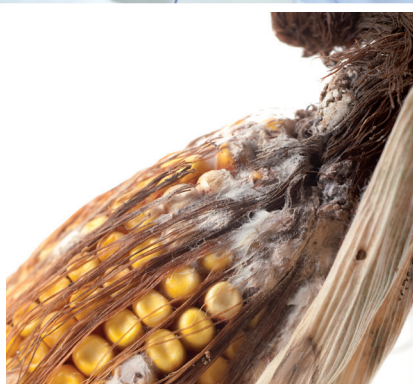
Digestarom® Dairy, increased the proportion of cows in the herd producing “high quality” colostrum (e.g. >21% Brix). Furthermore, Digestarom® Dairy, improved the overall volume and quality of “high quality” colostrum produced. Better colostrum quality suggests a positive influence on cow health and immunity, potentially enhancing the resilience to transition phase metabolic disorders. Moreover, better colostrum quality would contribute beneficially to calf health.

## References

- Gobert M, Martin B, Ferlay A, Chilliard Y, Graulet B, Pradel P, Bauchart D, and Durand D. 2009. Plant polyphenols associated with vitamin E can reduce plasma lipoperoxidation in dairy cows given n-3 polyunsaturated fatty acids. *J. Dairy Sci.* 92:6095-6104
- Godden, S.M., Lombard, J.E., Woolums, A.R. 2019. Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. Anim.* 35:525-556.
- Lacetera N., Bernabucci U., Ronchi B., Nardon, A. 1996. Effects of selenium and vitamin E administration during a late stage of pregnancy on colostrum and milk production in dairy cows, and on passive immunity and growth of their offspring. *Am. J. Vet. Res.* 57:1776–80.
- Lombard, J.E., Shivley, C.B., Urie, N. 2016. Factors associated with colostrum quality and passive transfer status of dairy heifer calves on U.S. dairy operations. *J.Dairy Sci.* 99:E-Suppl. 1
- Morrill, K.M., Robertson, K.E., Spring, M.M., Robinson, A.L., Tyler, H.D. 2015. Validating a refractometer to evaluate immunoglobulin G concentration in Jersey colostrum and the effect of multiple freeze-thaw cycles on evaluating colostrum quality. *J. Dairy Sci.* 98:595-601.
- USDA (2018). Dairy 2014, Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations. USDA-APHIS-VS-CEAH-NAHMS. Fort Collins, CO #970.494.7000. [Available online at: [https://www.aphis.usda.gov/animal\\_health/nahms/dairy/downloads/dairy14/Dairy14\\_dr\\_PartIII.pdf](https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy14/Dairy14_dr_PartIII.pdf)]. Last accessed August 4, 2020. Google Scholar NAHMS-USDA

### Corresponding author:

Dr. Tyler D. Turner  
email [tyler.turner@biomin.net](mailto:tyler.turner@biomin.net)



# Zukunftsweisend *in der* Tierernährung



Unsere starke hauseigene Forschung&Entwicklung und die Zusammenarbeit mit führenden Institutionen weltweit bilden die Grundlage für unsere innovativen Lösungen, die speziell für unsere Kunden entwickelt werden.

BIOMIN Deutschland GmbH  
73431 Aalen, Telefon: +49 7361 9246 0  
[office.germany@biomin.net](mailto:office.germany@biomin.net)

**[www.biomin.net](http://www.biomin.net)**

BIOMIN ist eine registrierte Marke der Erber Aktiengesellschaft (IR-509692).

Natürlich im Futter.

**≡ Biomin<sup>®</sup> ≡**

## Phytase 4a19 ermöglicht starke P-Reduktion in Rationen mit ausreichendem Phytatgehalt

**Iris Kröger<sup>1</sup>, Michael Wilhelm<sup>1</sup>, Rob ten Doeschate<sup>2</sup>, Marieke van Hout<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, Niederzissen, Deutschland

<sup>2</sup> AB Vista, Madrid, Spanien

### Einleitung

Die Bestimmung des Phytatgehalts ist für den Einsatz leistungsstarker Phytasen essentiell, um Leistung und Knochenstabilität auch bei starker P-Reduktion zu erhalten. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass Phytasen Phosphor nur abhängig vom Gehalt an phytatgebundenen P freisetzen können. Die maximale P Freisetzung einer Phytase ergibt sich dabei aus dem P-Gehalt der Ration sowie der Fähigkeit der Phytase einen bestimmten Prozentsatz des phytatgebundenen Phosphors verfügbar zu machen. Phytase 4a19 kann aufgrund ihrer hohen Reaktionsgeschwindigkeit, einer ausgeprägten Affinität gegenüber Phytat und der Aktivität im richtigen pH-Bereich für eine effiziente P-Reduktion genutzt werden. So werden wesentliche Mengen an Phosphor eingespart.

In der vorliegenden Untersuchung, wurde die Auswirkung einer mineralstoffreduzierten Fütterung auf Leistung und Knochenqualität bei wachsenden Schweinen ohne und mit Zulage der Phytase 4a19 untersucht. Da der Phytatgehalt der Ration für die P-Freisetzung von Phytasen essentiell ist, entsprach die Mineralstoffreduktion im Versuch der erwarteten P-Freisetzung von Phytase 4a19 bei einem Phytatgehalt von 0,23 %. Die Hypothese war, dass sich ein Mineralstoffmangel in der Ration negativ auf die Leistung und Knochenqualität der Schweine auswirkt und dass Phytase 4a19 sowohl Leistung als auch Knochenqualität dosisabhängig verbessert.

Da der Phytatgehalt regionalen und zeitlichen Schwankungen unterliegt, wurde in einer weiteren Studie untersucht, in welchem Bereich sich die Phytatgehalte in deutschen Schweinefuttern bewegen. Dies ermöglicht einen am Phytatgehalt orientierten Einsatz der Phytase 4a19 und leistet einen entscheidenden Beitrag für Umweltschutz, Ressourceneffizienz und Wirtschaftlichkeit ohne negative Auswirkungen auf Leistung und Fundament.

### Material und Methoden

Im ersten Versuch wurden die Vorteile unterschiedlicher Phytasedosierungen bei mineralstoffreduzierter Fütterung untersucht. Der Phytatgehalt entsprach dabei der erwarteten P-Freisetzung der höchsten Phytasedosierung. Dazu wurden 180 Schweine (Pietrain\*Landrasse\*Large White; Startgewicht 20 kg) randomisiert in fünf Behandlungsgruppen mit je neun Wiederholungen aufgeteilt. Je 45 Abteile wurden mit 4 Jungsauen und Börgen besetzt. Die Schweine wurden über 42 Tage gefüttert.

Die Positivkontrolle (PK) wurde bedarfsgerecht (NRC 2012) gefüttert. Die Negativkontrollen wurden P- (-0,23 % Gesamt-P) und Ca- (-0,21 % Ca) reduziert gefüttert. Bei einem Phytatgehalt von 0,23 % entspricht dies den Matrixwerten für 1200 FTU/kg Phytase 4a19. Die mineralstoffreduzierten Rationen enthielten 0, 300, 600 oder 1200 FTU/kg Phytase 4a19 (Quantum® Blue, AB Vista, Marlborough, UK; Tab. 1).

Während des Versuches wurden die Futteraufnahme und das Körpergewicht der Schweine bestimmt, um die tägliche Zunahme und die Futterverwertung (FVW) zu bestimmen. An Tag 42 wurde ein Tier pro Abteil euthanasiert, um die Metakarpalknochen auf Knochenaschegehalt (g) und Knochenbruchfestigkeit zu untersuchen.

**Tabelle 1:** Rationen der Behandlungsgruppen.

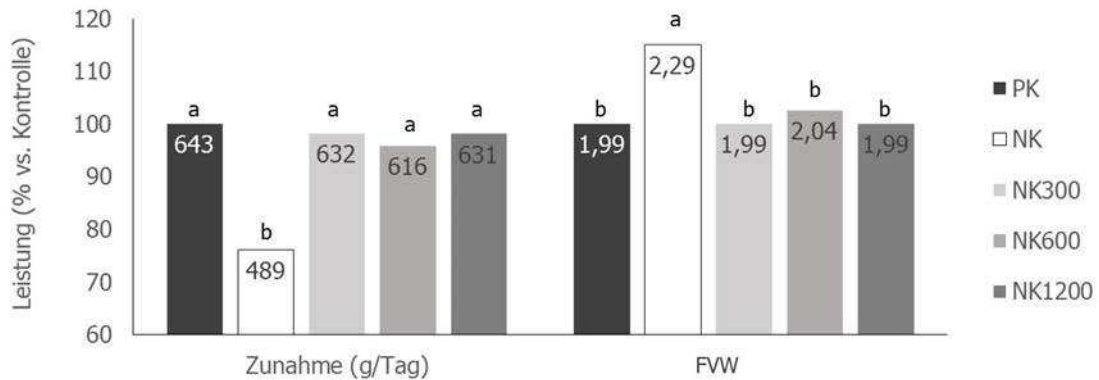
Behandlungsgruppe	Phytase 4a19 (FTU/kg)	Gesamtphosphor (%)	Calcium (%)
PK (Positivkontrolle)	0	0,58	0,70
NK (Negativkontrolle)	0	0,35	0,49
NK300	300	0,35	0,49
NK600	600	0,35	0,49
NK1200	1200	0,35	0,49

Um die aktuellen Phytatgehalte in deutschem Schweinefutter zu untersuchen, wurden in Zusammenarbeit mit dem Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Düsse im Jahr 2019 eine Vielzahl an Schweinefutterproben aus Deutschland gesammelt. Diese Proben wurden durch AB-Vista mittels Nahinfrarotspektroskopie auf ihren Phytatgehalt analysiert. Die Werte wurden anschließend mit den Phytatwerten aus der EMEA-Region der letzten Jahre verglichen.

## Ergebnisse

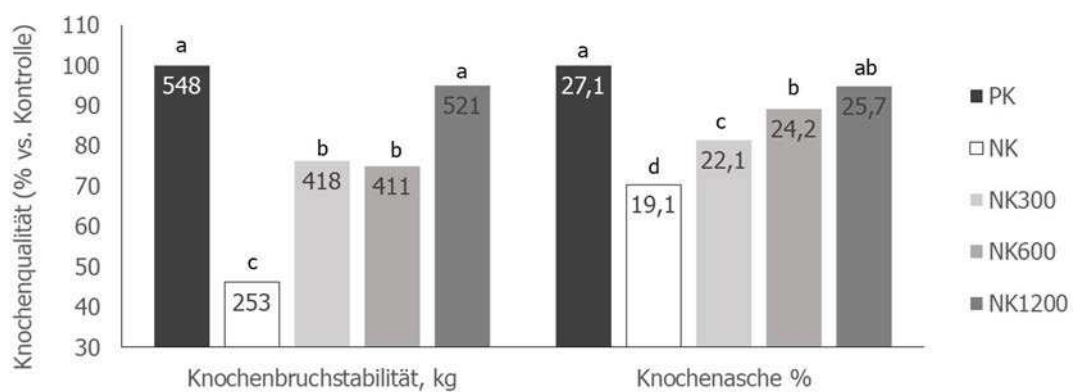
### Auswirkungen einer mineralstoffreduzierten Fütterung auf Leistung und Knochenqualität von Schweinen

Die Reduktion des Gesamtphosphors um 0,23 und des Ca-Gehaltes um 0,21 % führte ohne Phytase4a19 zu einer um 24 % niedrigeren Zunahmen und einer 15 % schlechteren FVW der NK Gruppen gegenüber der bedarfsgerechten Fütterung ( $p < 0,01$ ; Abb. 1). Selbst die geringen eingesetzten Phytasedosierungen bewirkten eine wesentliche Leistungssteigerung im Vergleich zu der NK Gruppe, die der Leistung der bedarfsgerechten Fütterung entsprach (Abb. 1).



**Abbildung 1:** Auswirkung von Phytase 4a19 auf Leistungsparameter von Mastschweinen bei mineralstoffreduzierter Fütterung

Die Untersuchung der Knochenqualität belegte die positiven Auswirkungen ansteigender Phytasedosierungen deutlich. Bereits die niedrigen Phytasedosierung von 300 und 600 FTU/kg führten zu einer um 68 % höheren Knochenbruchstabilität als bei mineralstoffreduzierter Fütterung ohne Phytase ( $p < 0,01$ ; Abb. 2). Bei Fütterung der höchsten Phytasedosierung lagen beide Knochenqualitätsparameter statistisch sogar auf dem gleichen Niveau wie bei bedarfsgerechter Fütterung (Abb. 2).

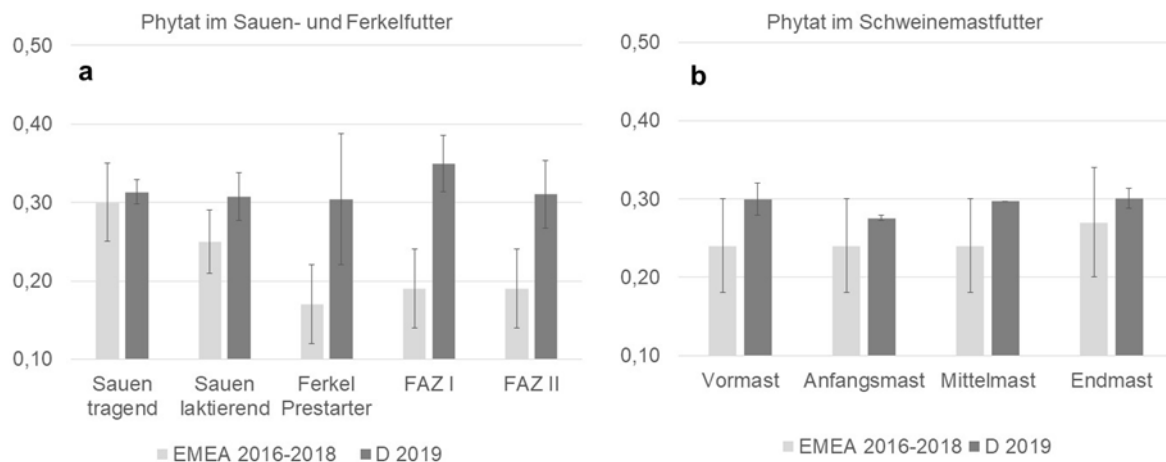


**Abbildung 2:** Auswirkung von Phytase 4a19 auf die Knochenqualität von Mastschweinen bei mineralstoffreduzierter Fütterung



### Phytatmessungen im deutschen Schweinefutter

Die Phytatwerte in deutschen Schweinefuttern lag insgesamt höher als bei den Vergleichsproben aus EMEA und bewegte sich auf einem stabilen Niveau. Der Phytatgehalt im Sauen- und Ferkelfutter lag mindestens zwischen 0,25 % (Prestarter) und 0,32% (FAZI; Abb.3a). Der Phytatgehalt im Mastschweinefutter lag sogar mindestens bei 0,27 % (Vor- und Mittelmast) und 0,29 % (Mittel- und Endmast; Abb.3b). Dies verdeutlicht, dass selbst die niedrigsten Phytatgehalte in deutschem Schweinefutter hoch genug sind um mit einer hohen Phytasedosierungen zu arbeiten.



**Abbildung 3:** Vergleich der Phytatgehalte im Sauen- und Ferkelfutter (a) und Schweinemastfutter (b) aus Deutschland 2019 sowie EMEA 2016-2018.

## Diskussion

Der analysierte Gesamtphosphor der NK-Gruppen (3,5 g/kg) lag unter dem empfohlenen P-Niveau von 4,5 – 5,0 g/kg der stark P-reduzierten Fütterung (DLG, 2018) und resultierte ohne Phytase 4a19 in einer signifikanten Abnahme der Leistung und Knochenqualität. Selbst bei niedriger Phytasedosierung entsprach das Leistungsniveau der bedarfsgerecht gefütterten Kontrollgruppe.

Die mit ansteigender Phytasedosierung verbesserte Knochenqualität bestätigt, dass die Knochenqualität stärker von einer ausreichenden Mineralstoffversorgung abhängt, als die Leistungsdaten. Die Tatsache, dass durch 1200 FTU Phytase 4a19 eine äquivalente Knochenqualität erzielt wurde wie bei Fütterung der PK mit 5,8 g/kg P weist darauf hin, dass die Mineralstoff-Freisetzung durch Phytase 4a19 ausreichte, um den Bedarf der Schweine zu decken.

Der Gehalt an Phytat-Phosphor gibt vor wieviel P aus Phytat durch Phytasen freigesetzt werden kann. Deshalb geben die Phytatanalysen im Schweinefutter Hinweise darauf wieviel Phytase 4a19 für eine optimale Einsparung von verfügbarem Phosphor bzw. MCP eingesetzt werden sollte, ohne dabei Risiken für Leistung und Fundament in Kauf zu nehmen. Die Phytatwerte im Schweinefutter lagen höher als bei den Vergleichsproben aus EMEA. Dies kann vermutlich auf den höheren Einsatz von Nebenprodukten wie Rapsextraktionsschrot in Deutschland zurückgeführt werden, da der Phytatgehalt in Rapsschrot wesentlich höher liegt als in Sojaschrot (0,71 vs. 0,42 %). Die Ergebnisse des Versuchs und der Untersuchung des Phytatgehalts in deutschem Schweinefutter weisen darauf hin, dass in

deutschen Schweinefuttern, mit höheren Phytasedosierungen gearbeitet werden könnte als es derzeit in der Praxis üblich ist.

## Schlussfolgerung

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass ausreichende Phytatgehalte in Kombination mit dem Einsatz von Phytasen mit hoher Phytataffinität gut geeignet sind, um ökonomisch und umweltfreundlich zu füttern. Der relativ hohe Phytatgehalt in deutschen Schweinefuttern eröffnet die Möglichkeit Phytasen mit höheren Matrixwerten in höheren Dosierungen einzusetzen.

## Literatur

DLG; 2018, „Leitfaden zur nachvollziehbaren Umsetzung stark N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren bei Schweinen“. DLG-Merkblatt 418.

NRC; 2012: Nutrient Requirements of Swine, 11th revised edn. National Academy Press. Washington. DC.

### Autorenanschrift:

Iris Kröger, PhD  
Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG  
Im Stiefelfeld 10  
56651 Niederrissen, Deutschland  
I.Kroeger@dr-eckel.de



# Low dose of microencapsulated zinc oxide increases growth performance and reduces faecal zinc level in weanling pigs

Barbara Rossi<sup>1</sup>, Jörg Bartelt<sup>1</sup> and Ester Grilli<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Vetagro S.p.A., Italy

<sup>2</sup> DIMEVET, Department of Veterinary Medical Sciences, University of Bologna,

<sup>3</sup> Vetagro, Inc., USA

## Introduction

Zinc is one of the most important trace elements in animal nutrition because it ensures the activity of several enzymes involved in cellular signalling, digestion, cellular respiration, and nucleic acid metabolism [1]. Zinc oxide (ZnO) is commonly used at pharmacological dosage (Pharma ZnO) to reduce the incidence and the severity of post-weaning diarrhoea, preventing the intestinal damages due to pathogenic bacteria [2]. Dietary supplementation with ZnO has a beneficial effect on the stability of the intestinal microflora of weaned piglets [3] as well as on the morphology of the small intestine [4].

Recent studies indicated the induction of antimicrobial resistance caused by this trace element and it is well-known the environmental pollution caused by its administration in swine [5]. For these reasons, the use of Pharma ZnO will be shortly banned in Europe and, probably, other countries will follow this reduction in use.

We hypothesized that lower inclusion of microencapsulated ZnO can improve its availability in the intestinal tract, leading to an improvement in growth performance comparable to Pharma ZnO but, at the same time, with a reduced loss of the trace element in the environment, avoiding environmental pollution.

The aim of this study was to evaluate the effect of low doses microencapsulated ZnO, compared to Pharma ZnO, on growth performance and faecal zinc level in weanling pigs.

## Materials and methods

The experimental protocol used in this study was approved by the Animal Care and Use Committee of Dankook University. A total of 50 crossbred pigs [(Yorkshire × Landrace) × Duroc]; 21-d-old] with an initial body weight (BW) of  $7.66 \pm 1.30$  kg were assigned randomly to 2 dietary treatments based on their sex and BW in this 34 d feeding trial. Each pen housed five pigs (two gilts and three barrows), and there were 5 pens per treatment. Treatments were as followed: (1) ZnO 3000 ppm (Pharma ZnO) and (2) microencapsulated ZnO (Zincoret<sup>®</sup> S, Vetagro S.p.A - 300 ppm of product, 150 ppm of ZnO). Individual pig BW and pen-based feed intake were recorded at the end of the trial (day 34) to determine average daily gain (ADG), average daily feed intake (ADFI), and gain:feed ratio (G:F).

Faeces samples were randomly collected directly via massaging the rectum of two pigs in each pen (one gilt and one barrow) at the end of the experiment, and then pooled and prepared for mineral analysis by a modified dry ash method (AOAC 2000).

Data were analysed using an unpaired t test using GraphPadPrism. Differences were considered significant at  $P < 0.05$ .

## Results and discussion

Pigs fed Zincoret<sup>®</sup> S had a significantly higher final BW (Fig. 1A), significantly higher ADG (Fig. 1B) and G:F (Fig. 1C), than pigs fed pharma ZnO, whereas the ADFI did not show differences between dietary treatments (Fig. 1D). The lower level of ZnO, when microencapsulated, was able to better reach the intestinal tract being more available for the animals, resulting in better performance compared to Pharma ZnO group. At the same time, pigs fed Zincoret<sup>®</sup> S showed a lower zinc level in faeces than pigs fed Pharma ZnO, confirming the hypothesis that feeding a lower inclusion, but microencapsulated, allows a better utilization of ZnO and a lower excretion.

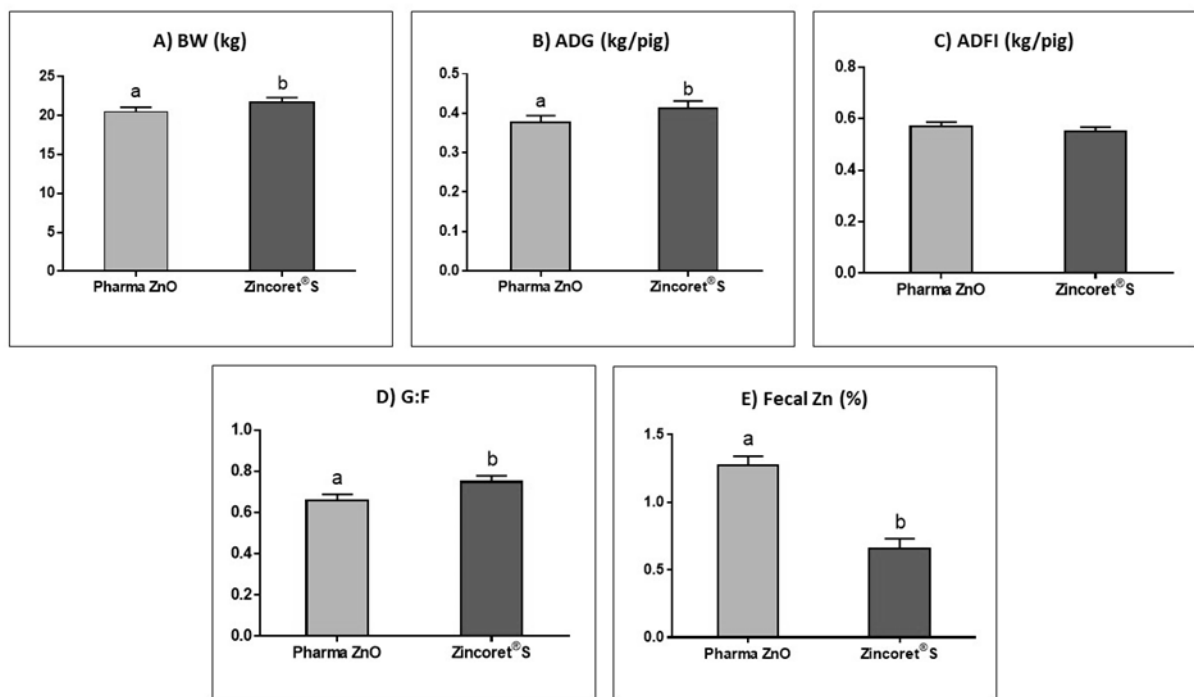


Figure 1: Pigs fed microencapsulated ZnO (Zincoret<sup>®</sup> S) showed increased final body weight (A), ADG (B) and G:F (D), while ADFI was not affected by treatment. Microencapsulated ZnO allowed also to decrease excretion of Zn through faeces (E).

Data are represented as mean  $\pm$  standard deviation. Data were analysed using an unpaired t test and differences were considered significant at  $P < 0.05$ .

## Conclusions

In conclusion, results indicated that the supplementation with microencapsulated low level of ZnO (150 ppm) shows better results on growth performance and faecal zinc level (reduced loss in the environment) compared to Pharma ZnO (3000 ppm), being an attractive alternative in view of the upcoming reduction in use.

## References

- [1] Hill, G.M.; Shannon, M.C. Copper and Zinc Nutritional Issues for Agricultural Animal Production. *Biol. Trace Elem. Res.* 2019, 188, 148–159, doi:10.1007/s12011-018-1578-5.
- [2] Hill, G.M.; Mahan, D.C.; Carter, S.D.; Cromwell, G.L.; Ewan, R.C.; Harrold, R.L.; Lewis, A.J.; Miller, P.S.; Shurson, G.C.; Veum, T.L.; et al. Effect of pharmacological concentrations of zinc oxide with or without the inclusion of an antibacterial agent on nursery pig performance. *J. Anim. Sci.* 2001, 79, 934–941, doi:10.2527/2001.794934x.
- [3] Owusu-Asiedu, A., Nyachoti, C.M., and Marquardt, R.R. 2003. Response of early-weaned pigs to an enterotoxigenic *Escherichia coli* (K88) challenge when fed diets containing spray-dried porcine plasma or pea protein isolate plus egg yolk antibody, zinc oxide, fumaric acid, or antibiotic. *J. Anim. Sci.* (2003), 81: 1790–1798. doi:10.2527/2003.8171790x. PMID:12854816
- [4] Grilli, E.; Tugnoli, B.; Vitari, F.; Domeneghini, C.; Morlacchini, M.; Piva, A.; Prandini, A. Low doses of microencapsulated zinc oxide improve performance and modulate the ileum architecture, inflammatory cytokines and tight junctions expression of weaned pigs. *Animal* 2015, 9, 1760–1768, doi:10.1017/S1751731115001329.
- [5] Yazdankhah, S.; Rudi, K.; Bernhoft, A. Zinc and copper in animal feed – development of resistance and co-resistance to antimicrobial agents in bacteria of animal origin. *Microb. Ecol. Heal. Dis.* 2014, 25, doi:10.3402/mehd.v25.25862.

### Corresponding author:

Dr. Jörg Bartelt  
Vetagro S.p.A.,  
Via Porro, 2,  
42124 Reggio Emilia,  
Italy  
joerg.bartelt@vetagro.com



# Zincoret® S schützt Ihre abgesetzten Ferkel, schont die Umwelt.



Bestimmte Aussagen gelten möglicherweise nicht in allen geografischen Regionen. Die Produktkennzeichnung und die damit verbundenen Angaben können je nach rechtlichen Anforderungen abweichen.



Scannen Sie hier, um  
mehr über Zincoret® S  
zu erfahren.



## Zincoret® S

## Effizienz eines inaktivierten *Lawsonia intracellularis*- Impfstoffes beim Schwein bei Belastungsinfektion und unter Feldbedingung

**A. Jacobs, F. Harks, L. Hazenberg, M. Hoeijmakers, T. Nell, S. Pel, R. Segers**  
MSD Animal Health, PO Box 31, 5830 AA Boxmeer, the Netherlands

### Einleitung

Die proliferative Enteropathie ist eine durch das intrazelluläre Bakterium *Lawsonia intracellularis* (LI) bei Schweinen hervorgerufene infektiöse Darmerkrankung. Durch die Wucherung von Enterozyten kommt es zu einer Verdickung der Schleimhaut im Übergangsbereich von Dünn- zu Dickdarm [1]. LI wurde als einer der weltweit wichtigsten Darmerreger beim Schwein mit einer Prävalenz von 48 bis 100 % (2, 3) in verschiedenen Ländern identifiziert. Klinisch betroffene Tiere zeigen Durchfall. Weitere Folgen sind verlängerte Mastdauer durch verringerte Wachstumsleistung und heterogene Mastgruppen. In der Endmast kann die Infektion zur akuten hämorrhagischen Form führen, die durch dunklen, teerigen Durchfall gekennzeichnet ist und akut bis perakut zum Tode führen kann. LI infiziert Schweine auch subklinisch ohne eindeutige klinische Anzeichen, führt jedoch immer zu reduziertem Wachstum (4).

Eine inaktivierte LI-Vakzine (zeitgleiche Antibiose bei Bedarf möglich) wurde entwickelt, die mit dem gebrauchsfertigen PCVMHyo Kombinationsimpfstoff von MSD Tiergesundheit mischbar ist. Die LI-Vakzine besteht aus einer Antigenfraktion (gefriergetrocknet, LI Lyophilisat), die direkt vor Verwendung im vorgesehenen Lösungsmittel aufgelöst an Ferkel ab drei Wochen intramuskulär (i.m., einmalig je 2 ml) verimpft werden kann. Das LI Lyophilisat kann auch mit dem gebrauchsfertigen PCVMHyo Kombinationsimpfstoff von MSD Tiergesundheit suspendiert und als 3-fach Kombinationsimpfstoff PCVMHyoLI eingesetzt werden.

Das Studienziel war, die Wirksamkeit des inaktivierten LI-Impfstoffs im Vergleich zu dem im Handel erhältlichen Lebendimpfstoff in einer LI Belastungsinfektion zu bewerten. Da im Feld auch Impfungen gegen MHyo und PCV2 erforderlich sind, wurde auch die damit verbundene gemischte Anwendung des Impfstoffs mit einer PCVMHyo Kombi-Vakzine geprüft. Neben diesen experimentellen Studien wurde der Impfstoff auch in einem Feldversuch auf einem Betrieb mit LI-assoziierter Mortalität getestet.

### Material und Methode

#### - Experimentelles Design der Impf-/ Belastungsversuche (Versuche 1-3)

Für jeden Versuch wurden 75 Ferkel aus einem Betrieb (MHyo/PRRSV negativ getestet), in dem in der Vergangenheit keine LI-Infektion aufgetreten waren, zufällig drei Gruppen (Gr) von jeweils 25 Ferkeln zugeordnet (Übersicht Tabelle 1). Gruppe 1 wurde einmal intramuskulär mit 2 ml inaktivierter LI Vakzine im Alter von 4 Wochen (Versuch 1 und 2) oder mit 2 ml PCVMHyo LI Kombinationsimpfstoff im Alter von 5 Wochen (Versuch 3) geimpft. Gruppe 2 wurde im Alter von 4 Wochen (Versuch 1 und 2) oder im Alter von 5 Wochen (Versuch 3) oral mit 2 ml des LI Lebendimpfstoffs vakziniert. Die letztere Gruppe erhielt im Alter von 3 Wochen intramuskulär 2 ml einer PCVMHyo Impfstoffkombination. Die geteilte Impfung war notwendig, da der LI Lebendimpfstoff keine

Zulassung zur gleichzeitigen Anwendung mit anderen Impfstoffen hat. Gruppe 3 wurde immer als nicht geimpfte Kontrolle mitgeführt. Die Schweine wurden 4 Wochen (Versuch 1) oder 17 Wochen nach der Impfung (Studie 2) oder 3 Wochen nach der letzten Impfung (Versuch 3) mit LI infiziert. Die Belastungsinfektion wurde durch die orale Verabreichung von homogenisierter LI infizierter Darmschleimhaut durchgeführt (5). Die Schweine wurden täglich auf klinische Anzeichen einer LI Infektion untersucht und während des 21-tägigen Zeitraums nach der Infektion in wöchentlichen Intervallen gewogen. Alle Schweine wurden 21 Tage nach der Exposition eingeschlachtet und einer Sektion unterzogen. Der Darm, insbesondere das Ileum, wurde makroskopisch auf die Veränderungen der LI-Infektion überprüft. Die In-vivo-Experimente wurden gemäß der EU-Richtlinie 2010 63/EU und den einschlägigen niederländischen Rechtsvorschriften (Gesetz über Tierversuche, Genehmigungsnummer AVD221002016561) durchgeführt.

Tabelle 1: Experimentelles Design der Impf-/Belastungsversuche

Gr	Anzahl Ferkel	Impfstoff	Impfalter Wochen	Applikation	Volumen ml	LI Infektion, Wochen
Versuch 1: Impfung mit 4 Wochen frühe Belastungsinfektion 8 Wochen						
1	25	Inaktivierter LI Impfstoff	4	i.m.	2	8
2	25	LI Lebendimpfstoff	4	oral	2	8
3	25	Keine Impfung, Kontrolle				8
Versuch 2: Impfung mit 4 Wochen späte Belastungsinfektion 21 Wochen						
1	25	Inaktivierter LI Impfstoff	4	i.m.	2	21
2	25	LI Lebendimpfstoff	4	oral	2	21
3	25	Keine Impfung, Kontrolle				21
Versuch 3: Impfung kombiniert mit PCV M. hyo mit 3/5 Wochen frühe Infektion mit 8 Wochen						
1	25	Inaktivierter PCV MHyo LI Kombinationsimpfstoff	5	i.m.	2	8
2	25	LI Lebendimpfstoff; PCV-MHyo Kombinationsvakzine	5; 3	oral; i.m.	2; 2	8
3	25	Keine Impfung, Kontrolle				8

#### - Design des Feldversuches

Der Feldversuch wurde als negativ kontrollierter, randomisierter und maskierter Versuch in einem kommerziellen niederländischen Betrieb mit vorberichtlich erhöhter LI-assoziierten Mortalität durchgeführt (akute Klinik ab 20 Wochen Alter). Die Studie umfasste 2876 Schweine. Zu Beginn der Studie wurden alle in der Mast vorhandenen Schweine im Alter von bis zu 23 Wochen und danach alle im Zeitraum von 8 Monaten ankommenden Tiere (Alter ca. 12 Wochen) in die Studie aufgenommen. Die Hälfte der Tiere (1435) wurde mit dem inaktivierten LI Impfstoff geimpft, während die Kontrolltiere ungeimpft blieben. Daneben erfolgte nur eine PRRS-Impfung im Alter von 6 Wochen und keine routinemäßige Medikation. Die Mortalität wurde bis zur Schlachtung im Alter mit ca. 26 Wochen bewertet. Die wichtigsten Leistungsparameter, (Gesamt mortalität, mittlere tägliche Gewichtszunahme (TZ) und Futterverwertung (FVW)), wurden für die gesamte Herde bestimmt und mit historischen Betriebsdaten verglichen. Schweine, die verendeten oder eingeschlachtet werden mussten, wurden post mortem untersucht, um die Todesursache festzustellen. Die primären Wirksamkeitsparameter waren die mit LI-Infektion verbundene Mortalität und Gesamt mortalität. Sekundär wurden im Gesamtbestand Gesamt mortalität, TZ und FVW ermittelt und historisch verglichen.

#### - Klinische Beobachtungen, Gewichtsentwicklung und post-mortem Untersuchungen

Die Tiere wurden direkt vor und täglich nach der Infektion klinisch auf Anzeichen der LI Infektion untersucht (Durchfallbewertung: 0=normal 1=leichter 2=mäßiger 3=schwer und/oder mit Blut). Tiere,

die aufgrund einer schweren LI-Infektion verendeten/ingeschlachtet wurden, erhielten für jeden der restlichen Beobachtungstage die Punktzahl 3, um das Ausmaß des klinischen Effekts angemessen zu berücksichtigen. Die Schweine wurden am Tag vor Belastungsinfektion und an den Tagen 6, 13 und 20 danach gewogen. Drei Wochen nach der Infektion wurden die Tiere durch Entblutung nach elektrischer Betäubung getötet und eine Sektion durchgeführt. Dabei wurden die Därme, insbesondere das Ileum (ca. letzten 0,5 m des Dünndarms) auf Läsionen untersucht, die auf eine LI-Infektion hinweisen. Die Ileumschleimhaut wurde makroskopisch bewertet (0=normal 0,5= sehr leicht 1=leicht 2=mäßig 3=starke Verdickung und/oder Rötung 4=starke Verdickung und/oder Rötung mit Fibrin und/oder Nekrose), der Anteil des betroffenen Ileums geschätzt und der Ileumläsions-Score damit berechnet (5).

#### - Statistische Analysen

Das Signifikanzniveau wurde auf 0,05 eingestellt und alle Tests waren zweiseitig. Statistische Analysen wurden mit SAS V9.4 (SAS Institute Inc., Cary NC, USA) durchgeführt (5).

## Ergebnisse

### Versuch 1: Frühe Infektion mit LI

Während der Studie wurden drei Tiere vor dem geplanten Tag der Sektion getötet. Ein Tier (Gr 2) wurde nach Tagen zunehmender Bewegungsprobleme, ein zweites Tier (Gr 1) wegen neurologischer Symptome eingeschlachtet. Ein drittes Tier (Gr 3) wurde 20 Tage nach der Exposition aufgrund einer LI-spezifischen Klinik (mehrere Tage mit Durchfall, Gewichtsverlust und sich verschlechterndem Zustand) getötet. In der dritten Woche nach der Exposition entwickelten die Kontrolltiere klinische Anzeichen einer LI-Infektion, die durch Durchfall und suboptimale Gewichtszunahme gekennzeichnet waren. Bei der Sektion wurde die LI-Infektion durch typische makroskopisch sichtbare Ileumläsionen (Schleimhaurötung und -verdickung) bestätigt.

Tabelle 2: Klinische Beobachtung in den Versuchen mit Belastungsinfektion 1-3, Tag 13-20

Gr	Impfstoff	Impfalter, Wochen	LI Infektion, Wochen	Mittel klinischer score+/-
Versuch 1: Impfung mit 4 Wochen frühe Belastungsinfektion 8 Wochen				
1	Inaktivierter LI Impfstoff	4	8	0,3+/-1,2 <sup>e</sup>
2	LI Lebendimpfstoff	4	8	0,9+/-2,3 <sup>e</sup>
3	Keine Impfung, Kontrolle		8	4,4+/-6,5
Versuch 2: Impfung mit 4 Wochen späte Belastungsinfektion 21 Wochen				
1	Inaktivierter LI Impfstoff	4	21	3,0+/-5,5
2	LI Lebendimpfstoff	4	21	2,8+/-5,8
3	Keine Impfung, Kontrolle		21	5,7+/-5,5
Versuch 3: Impfung kombiniert mit PCV MHyo mit 3/5 Wochen frühe Infektion mit 8 Wochen				
1	Inaktivierter PCVMHyoLI Kombinationsimpfstoff	5	8	1,5+/-2,6
2	LI Lebendimpfstoff; PCVMHyo Kombinationsvakzine	5; 3	8	3,9+/-4,4 <sup>e</sup>
3	Keine Impfung, Kontrolle		8	1,0+/-2,9

e p>0,05 gegenüber Kontrolle

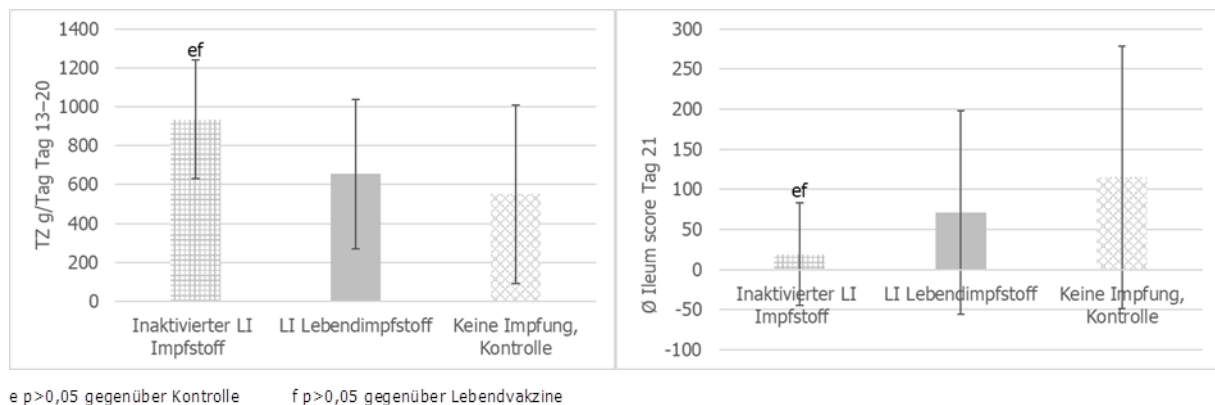


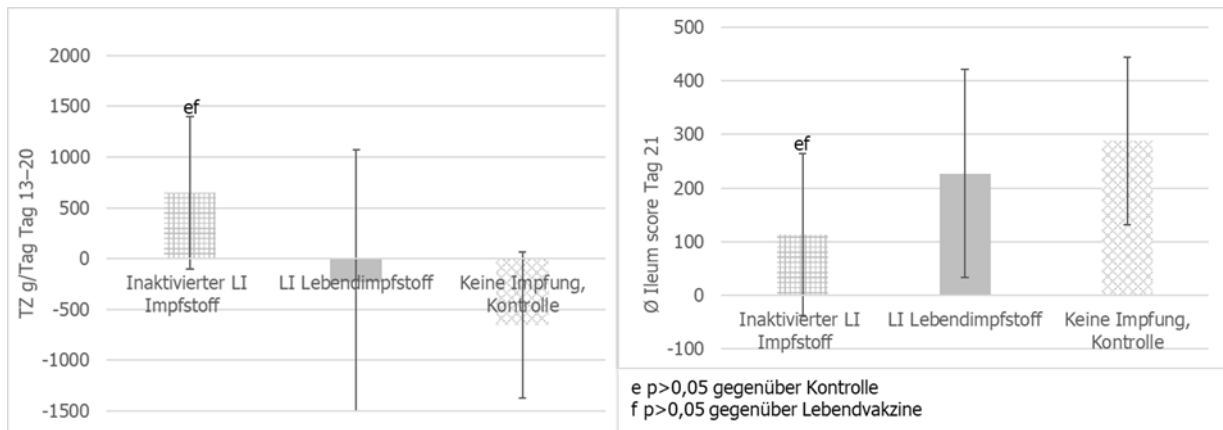
Abbildung 1: Versuch 1: Tägliche Zunahmen Tag 13-20 und durchschnittlicher Ileumscore bei Impfung mit 4 Wochen und früher Belastungsinfektion 8 Wochen

Die mit dem inaktiviertem LI Impfstoff geimpften Schweine zeigten im Vergleich zu den Kontrollen statistisch signifikante Verringerungen der klinischen Symptome, des Gewichtsverlusts (TZ 935 g gegenüber 550 g) und der makroskopischen Ileumläsionen (Abb. 1). Darüber hinaus waren die TZ und die makroskopischen Ileumläsionswerte im Vergleich zu Gruppe 2 (Lebendimpfstoff) signifikant verbessert. Der LI Lebendimpfstoff wies im Vergleich zur Kontrolle nur einen geringeren klinischen Score auf (Tab. 1).

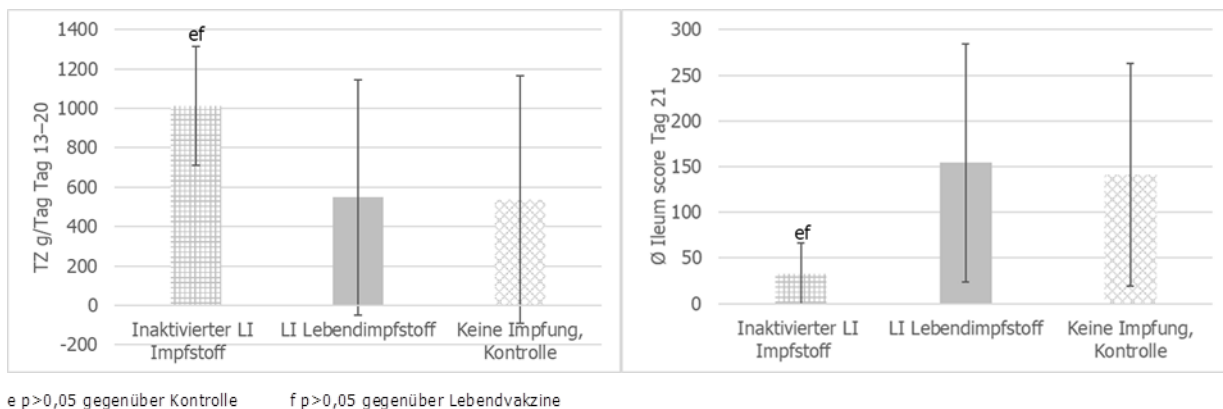
### Versuch 2: Späte Infektion mit LI

Während dieses Teils wurden vier Tiere vor Versuchsende getötet. Ein Tier (Gr 1) wurde wegen zunehmender Bewegungsprobleme, drei Tiere (zwei Gr 2; ein Tier Gr 3) wurden aufgrund einer LI-spezifischen Klinik (mehrere Tage Durchfall, Gewichtsverlust, Verschlechterung des Zustands) eingeschläfert. In der dritten Woche nach der Belastungsinfektion entwickelten die Kontrolltiere klinische Anzeichen einer LI Infektion (Durchfall, Gewichtsverlust). In der Sektion wurde die LI Infektion durch typische, makroskopisch sichtbare Ileumläsionen bestätigt. Die mit inaktiviertem LI Impfstoff geimpften Tiere zeigten im Vergleich zu den Kontrollen eine statistisch signifikante Verringerung des Gewichtsverlusts (Abb. 2: TZ 649 g gegenüber -655 g) und der makroskopischen Ileumläsionswerte. Darüber hinaus waren die TZ- und makroskopischen Ileumscores im Vergleich zu Gruppe 2 (Lebendimpfstoff) signifikant verbessert. In dieser letzteren Gruppe waren die Wirksamkeitsparameter im Vergleich zu den Kontrollen numerisch, aber nicht signifikant, verringert.





Abbildungung 2: Versuch 2: Tägliche Zunahmen Tag 13-20 und durchschnittlicher Ileumscore bei Impfung mit 4 Wochen und später Belastungsinfektion 8 Wochen



Abbildungung 3: Versuch 3: Tägliche Zunahmen Tag 13-20 und durchschnittlicher Ileumscore bei kombinierte Impfung LI mit PCV und M. hyo

### - Versuch 3: kombinierte Impfung LI mit PCV und MHy

Ein Tier aus Gruppe 1 wurde nach mehreren Tagen zunehmender Bewegungsprobleme und sich verschlechterndem Zustand getötet. In der dritten Woche nach der Infektion entwickelten die Kontrolltiere klinische Anzeichen einer LI Infektion (Durchfall, suboptimale Gewichtszunahme), die in der Sektion durch typische makroskopisch sichtbare Ileumläsionen bestätigt wurde. Mit inaktivierter LI Vakzine geimpfte Schweine zeigten im Vergleich zu den Kontrolltieren eine statistisch signifikante Verringerung des Gewichtsverlusts (Abb. 3: TZ 1012 g vs. 537 g) und der makroskopischen Ileumscores. Darüber hinaus waren diese Parameter im Vergleich zu Gruppe 2 (Lebendimpfstoff) ebenfalls signifikant reduziert. Diese Gruppe mit LI Lebendimpfstoff keine Unterschiede bei Tageszunahme und Ileumscore, die klinischen Werte waren verglichen mit den Kontrollen signifikant höher.

#### - Feldversuch

In der LI-Impfstoffgruppe war keine LI-assoziierte Mortalität mehr zu beobachten, während in der Kontrollgruppe 11 Tiere aufgrund einer akuten Ileitis starben oder getötet wurden ( $p < 0,0001$ ). Die Gesamtmortalität war bei inaktiviert LI geimpften Tieren im Vergleich zur Kontrolle signifikant verringert ( $p = 0,0335$ ). Im Verlauf der Studie sank die Gesamtmortalität während des Untersuchungszeitraums von 3,8% (im Jahr vor der Studie) auf 2,3%. Die TZ stieg von 833 g/Tag im Jahr vor der Studie auf 890 g/Tag am Ende der Studie, und die Futterverwertung (kg Futter/kg Körpergewicht) verringerte sich von 2,47 im Jahr vor der Studie auf 2,21 in den letzten 2 Monaten der Studie.

## Diskussion

In diesen Versuchen wurde die Wirksamkeit eines intramuskulär verabreichten, inaktivierten LI Impfstoffes mit der eines oral verabreichten, abgeschwächten LI Lebendimpfstoffes verglichen. Nach heutigem Kenntnisstand spielen lokale Immunitätsmechanismen der Darmschleimhaut die entscheidende Rolle beim Schutz vor enterischen Pathogenen wie LI. Folglich wird von einigen Autoren angenommen, dass lokal verabreichte, abgeschwächte Lebendimpfstoffe die lokalen (Schleimhaut-) Immunantworten wirksamer induzieren als systemisch verabreichte, inaktivierte Impfstoffe (6). In diesen 3 Infektionsstudien konnte jedoch gezeigt werden, dass ein inaktivierter Impfstoff, der intramuskulär verabreicht wird, gegen eine LI-Infektion hochwirksam ist. Dies steht im Einklang mit den früheren Ergebnissen von Roerink et al. (7), die mit einem inaktivierten Ganzzellimpfstoff ebenfalls eine gute Schutzwirkung vor experimenteller LI-Infektionen erzielen konnten.

Das Ziel der zweiten Impfstudie war es, die Dauer der Immunität des inaktivierten LI Impfstoffs mit dem abgeschwächten LI Lebendimpfstoff zu vergleichen. In dieser Studie waren die Kontrollen mit einem durchschnittlichen Gewichtsverlust von 655 g pro Tag in der dritten Woche nach der Exposition stärker betroffen als in den Studien 1 und 3. Der Grund für den Unterschied in der Empfindlichkeit dürfte mit dem Alter der Tiere zusammenhängen (ältere Tiere zeigen eine ausgeprägtere Klinik), was auch in der Praxis immer wieder beobachtet wird (1, 2). Trotz dieser schweren Belastungsinfektion induzierte der inaktivierte Impfstoff einen belastbaren Schutz.

Das Ziel des dritten Impfstudienversuches war es, die LI Wirksamkeit verschiedener Impfreime gegen drei der wichtigsten Erreger bei Mastschweinen zu vergleichen. In dieser Studie wurde der inaktivierte LI Impfstoff gemischt mit einer PCV MHyo Kombinationsvakzine im Alter von 5 Wochen verabreicht. Da der Lebendimpfstoff keine Zulassung auf gleichzeitige Anwendung mit einem PCV- und/oder MHyo Impfstoff hat, wurden die Schweine der Gruppe 2 mit PCVMHyo-Impfstoffmischung im Alter von 3 Wochen und dem LI-Lebendimpfstoff im Alter von 5 Wochen gemäß Zulassung geimpft. Die kombinierte, inaktivierte PCVMHyo LI Impfung zeigte ein ähnliches Schutzniveau für die LI Belastungsinfektion, was darauf hinweist, dass die PCV- und MHyo-Antigene keinen negativen Einfluss auf die Wirksamkeit der LI-Komponente in dieser Kombination haben.

Die Feldstudie wurde in einem Betrieb durchgeführt, in dem in der Vergangenheit einige Wochen vor der Schlachtung eine akute Ileitis aufgetreten war, was aufgrund des hohen Tierwertes zu diesem Zeitpunkt den größten wirtschaftlichen Schaden verursacht. Durch die LI Impfung wurde die LI-assoziierte Mortalität vollständig vermieden. Obwohl statistisch nicht darstellbar, verbesserten sich die wichtigsten Produktionsparameter TZ und FUW im Verlauf der Studie im Vergleich zu den historischen Daten. Dabei ist zu beachten, dass diese Verbesserungen eine Unterschätzung des tatsächlichen Effekts darstellen, da sie für die gesamte Herde berechnet wurden, während nur die Hälfte der Schweine geimpft wurde. Zusätzlich kann es zu indirekten Effekten der Impfung kommen (8). Diese indirekten Effekte können, wie in den experimentellen Studien gezeigt, auf eine verringerte Ausscheidung und einen anschließenden verringerten Infektionsdruck zurückzuführen sein, was zu noch stärkeren positiven Auswirkungen führt, wenn eine ganze Herde geimpft wird.

## Schlussfolgerung

Zusammenfassend wird in dieser Studie gezeigt, dass der inaktivierte LI Impfstoff als Einzelimpfstoff wie auch in kombinierter Anwendung mit dem gebrauchsfertigen PCVMHyo Kombinationsimpfstoff von MSD Tiergesundheit einen belastbaren Schutz gegen experimentelle LI-Infektionen induzierte. Dies wurde durch niedrigere klinische Scores, eine verbesserte Gewichtszunahme und eine Verringerung der makroskopischen Ileumläsions-Scores im Vergleich zu ungeimpften Kontrolltieren gezeigt. Auch im Feldversuch erwies sich der Impfstoff als wirksam; *Lawsonia*-assoziierte Verluste traten nicht mehr auf und die wichtigsten Produktionsparameter wurden verbessert.

## Literatur

- 1 F.A. Vannucci, C. Gebhart: Recent advances in understanding the pathogenesis of *Lawsonia intracellularis* infections, Vet. Pathol., 51 (2014), pp. 465-477
  - 2 G.H. Lawson, C.J. Gebhart: Proliferative enteropathy, J. Comp. Pathol., 122 (2000), pp. 77-100
  - 3 G.F. Jones, G.E. Ward, M.P. Murtaugh, R. Rose, C.J. Gebhart: Relationship between ileal symbiont *intracellularis* and porcine proliferative enteritis, Infect. Immun., 61 (1993), pp. 5237-5244
  - 4 M. Jacobson, C. Hård af Segertad, A. Gunnarsson, C. Fellström, K. de Verdier Klingenberg, P. Wallgren, M. Jensen-Waern: Diarrhoea in the growing pig - a comparison of clinical, morphological and microbial findings between animals from good and poor performance herds, Res. Vet. Sci., 74 (2003), pp. 163-169
  - 5 A.A.C. Jacobs, F. Harks, L. Hazenberg, M.J.H. Hoeijmakers, T. Nell, S. Pel, R.P.A.M. Segers: Efficacy of a novel inactivated *Lawsonia intracellularis* vaccine in pigs against experimental infection and under field conditions, Vaccine Volume 37, Issue 15, 3 April 2019, Pages 2149-2157
  - 6 M.S. Guedes, C. Gebhart: Evidence of cell-mediated immune response and specific local mucosal immunoglobulin (Ig) A production against *Lawsonia intracellularis* in experimentally infected swine, Can. J. Vet. Res., 74 (2010), pp. 97-101
- [View Record in ScopusGoogle Scholar](#)
- 7 F. Roerink, C.L. Morgan, S.M. Knetter, M.H. Passat, A.L. Archibald, T. Ait-Ali, et al.: A novel inactivated vaccine against *Lawsonia intracellularis* induces rapid induction of humoral immunity, reduction of bacterial shedding and provides robust gut barrier function, Vaccine, 36 (2018), pp. 1500-1508
  - 8 T.J.D. Knight-Jones, K. Edmont, S. Gubbins, D.J. Paton, Veterinary and human vaccine evaluation methods, Proc. R. Soc. B, 281 (2014), p. 20132839

### Autorenanschrift:

MSD Tiergesundheit  
Intervet Deutschland GmbH  
Dr. Robert Tabeling  
Feldstraße 1a  
87516 Unterschleißheim  
[robert.tabeling@msd.de](mailto:robert.tabeling@msd.de)



# EXCENTIAL SMART SPURENELEMENTE

Hydroxy-Spurenelemente mit hoher Bioverfügbarkeit  
für optimale Gesundheit und Leistung

- Keine Interaktionen im Futter!
- Sicher für Pansenmikroben!



## SMART TRACE MINERALS

*“Die Smart(en) Bindungen der Hydroxy Spurenelemente sichern die Freisetzung von Cu, Zn und Mn am richtigen Ort, zur richtigen Zeit.”*

### Theodor Raeder

Technical Commercial Manager

☎ +49 171 624 85 29

✉ raeder@orffa.com

### Sascha Heimhardt

Sales Manager

☎ +49 151 155 085 78

✉ heimhardt@orffa.com

Engineering your feed solutions

www.orffa.com - Follow us on



ORFFA

## Hydrolyzed yeast *Kluyveromyces fragilis* improved growth performance and health parameter in calves reared for beef production

Barbara Hoping<sup>1,2</sup>, Dr. Birgit Keimer<sup>1</sup>, Dr. Alexandra Schlagheck<sup>1</sup> and Prof. Dr. Jürgen Hummel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsgesellschaft mbH, Lohne i. Old., Germany

<sup>2</sup>Department of Animal Sciences, Ruminant Nutrition, Georg-August-Universität Göttingen, Germany

### Introduction

Diarrhea and respiratory diseases are frequently observed health problems in calf rearing. In calves reared for beef production typical stressors such as transport and re-grouping at an age of 4 – 8 weeks in combination with a still immature immune system may trigger these health problems. As a result, growth performance is depressed and a higher need of medical treatments including antibiotics can be observed. In Germany, the governmental monitoring on antibiotics in the financial year 2016/17 revealed a high frequency of antibiotic treatments in rearing calves in 89% of the farms and action plans to minimize the antibiotic use had to be established by the farms (Brade and Flachowsky, 2007; Meine-Schweker, 2018).

Next to management tools, nutritional measures can play an important role to reduce health problems in calves and consequently improve or stabilize growth performance. Hydrolyzed yeast, which can be classified as a functional feed material, not only contains the protein-rich cell extract, but also the prebiotic and immune-modulating yeast cell wall components named mannan-oligosaccharides (MOS) and  $\beta$ -1.3/1.6-glucans. The positive effects of hydrolyzed yeast on stabilizing performance and health parameters in weaned piglets are already well documented. To what extent these effects can also be observed in rearing calves have been examined in the present study.

### Material and methods

The trial was conducted on an agricultural farm in Lower Saxony. A total of 209 male Simmental calves with an average weight of  $81.7 \pm 4.1$  kg and an age of  $41.3 \pm 5.2$  days were delivered within four days from different calf markets in Southern Germany. They were randomly divided into two treatment groups: "control" (n=21 pens, 107 calves) and "trial" (n=20 pens, 102 calves). The day on which the last animals were delivered in the morning was considered as the start of the trial (day 0).

**Feeding:** All calves were fed milk replacer (MR) via teat buckets from day 0 to day 31 of trial. During the trial period, 3 different MR mainly differing in their concentrations of skimmed milk were fed (day 0-7: skimmed milk percentage 50%; day 6-18: 30%; day 17-31: 0%). The concentration of MR was 125g milk powder per 1L. The total amount of 4.6L MR per head and day was divided into two feeding times (07:30/16:00 hrs). After day 25, 2.3L MR per head and day was fed once per day (07:30 hrs). The trial group received 10g hydrolyzed yeast (TechnoYeast, Biochem Zusatzstoffe) per head and day on top of the MR for the whole trial period.

Next to MR-feeding, the calves received finely chopped barley straw and limestone *ad libitum* from day 0 -3. From day 4, a total mixed ration (TMR) of barley straw, concentrate, corn meal/ crushed corn and molasses was offered. As of day 17, corn silage was included in the TMR. The TMR was separately mixed for each group to determine the requested feed components per group. This was followed by *semi ad libitum* feeding (Brade und Flachowsky, 2007) with the aim of an empty trough once a day. Three types of concentrates were fed, which were formulated as given in Tab. 1.

Table 1: Ingredients and formulation of the concentrates

	Day	Energy (MJ ME/kg)	CP (g/kg)	Composition
Starter feed I	4-51	11.0	19.0	corn, soybean meal, molasses, wheat, rapeseed meal
Starter feed II	46-68	11.4	20.0	corn, soybean meal, wheat, molasses, rapeseed meal
Grower I	61-98	11.2	21.0	corn, rapeseed meal, molasses, corn gluten feed

The composition lists, in descending order, all main components with at least 10 % inclusion rate. The Starter feeds I and II were produced individually for the feeding groups, given that the soybean meal was replaced by the yeast product in an amount of 0.5% of the total ration in the trial group. Due to the comparable crude protein and energy content, no adjustment of further components for an isonitrogenic and isoenergetic feed was needed.

**Collection of data:** All calves were weighed individually on day 0, day 32 (weaning from milk), day 56 and day 98 (end of trial). The mean values per pen were used to calculate the daily weight gain (DWG) and the total weight gain of the groups in the respective phases. By recording the daily feed intake per trial group, the total dry matter (DM), energy (in megajoule of metabolizable energy, MJ ME) and crude protein (CP) intake were calculated for the individual groups.

Fecal scoring of the calves was done daily in the first two weeks of phase 1 (day 0-31) and 2 (day 32-55) during the feeding in the morning. Afterwards, fecal scoring was performed three times a week (Mon/Wed/Fri). The four-step scoring system which was used describes the feces as follows: 0 = well formed, 1 = soft, 2 = liquid, 3 = watery. The scores 2 and 3 were defined as diarrhea. Furthermore, all medical group and individual treatments were recorded. The costs of the treatments and the sale proceeds per animal were calculated using the prices and invoicing dialogues, valid for the trial period.

**Statistics:** The data were evaluated for normal distribution in IBM SPSS Statistics 24 and were analyzed using a one-way ANOVA and ANCOVA, respectively. In ANCOVA, the initial body weight at trial start (d 0) was used as a covariate. As the feed intake and thus also the utilization could only be described descriptively, no statistics were conducted.

## Results

The trial went without any trouble. Table 2 shows the body weight gain of both groups.

Table 2: Body weight and daily weight gain of both groups during the trial period

	<b>Control (n=21)</b>	<b>SD</b>	<b>Trial (n=20)</b>	<b>SD</b>	<b>P-Value Group<sup>1</sup></b>	<b>P-Value IW Cov.<sup>2</sup></b>
Body weight, day 0 (kg)	81.47 ± 3.73		81.90 ± 4.56		0.743 <sup>3</sup>	
Age at beginning (day)	40.53 ± 5.10		42.05 ± 5.39		0.359 <sup>3</sup>	
<i>Phase 1 - Day 0 – 31</i>						
Body weight, day 31 (kg)	102.85 ± 5.28		107.29 ± 5.61		<0.001 <sup>4</sup>	<0.001
Daily weight gain (g)	664 ± 86		793 ± 79		<0.001 <sup>4</sup>	0.112
<i>Phase 2 - Day 32 – 55</i>						
Body weight, day 55 (kg)	124.06 ± 6.21		130.29 ± 7.30		<0.001 <sup>4</sup>	<0.001
Daily weight gain (g)	881 ± 99		959 ± 127		0.037 <sup>4</sup>	0.065
<i>Phase 3 - Day 56 – 98</i>						
Body weight, day 98 (kg)	181.27 ± 9.77		188.81 ± 9.50		0.004 <sup>4</sup>	<0.001
Daily weight gain (g)	1351 ± 110		1393 ± 124		0.279 <sup>4</sup>	0.338
<i>Total - Day 0 – 98</i>						
Total weight gain (kg)	99.80 ± 8.23		106.92 ± 6.69		0.004 <sup>4</sup>	0.055
Daily weight gain (g)	1018 ± 84		1091 ± 68		0.004 <sup>4</sup>	0.055

<sup>1</sup> P-value for the factor Group; <sup>2</sup> P-value of the initial weight (IW) as covariates; <sup>3</sup> P-value calculated via One-Way-ANOVA;

<sup>4</sup> P-value calculated via ANCOVA including the initial weight as covariate.

The initial body weight as covariate had a highly significant effect on the body weights in the respective phases, but not on the daily and total weight gains. A tendency was only observed in phase 2 and for the overall total weight gain ( $P < 0.1$ ). The supplementation of the hydrolyzed yeast showed positive effects on body weight over the entire trial period as well as on the average daily weight gain in phase 1 (day 0-31) and 2 (day 32-55) and over the total trial period (day 0-98). The higher daily weight gains and a comparable DM and thus also ME- and XP intake resulted in a better conversion ratio of DM, ME and CP as shown in table 3. The control group required 7.3% more DM, energy and 7.5% more protein per kg BWG than the control group.

Table 3: DM-, ME- and CP-conversion

	<b>Control</b>	<b>Trial</b>
Total weight gain (kg)	99.80	106.92
DM intake (kg)	309.6	308.1
<b>DM conversion (kg DM/kg BWG)</b>	<b>3.10</b>	<b>2.88</b>
ME intake (MJ ME)	3.659	3.645
<b>ME conversion (MJ ME/kg BWG)</b>	<b>36.66</b>	<b>34.09</b>
CP intake (kg)	48.39	48.11
<b>CP conversion (kg CP/kg BWG)</b>	<b>0.485</b>	<b>0.450</b>

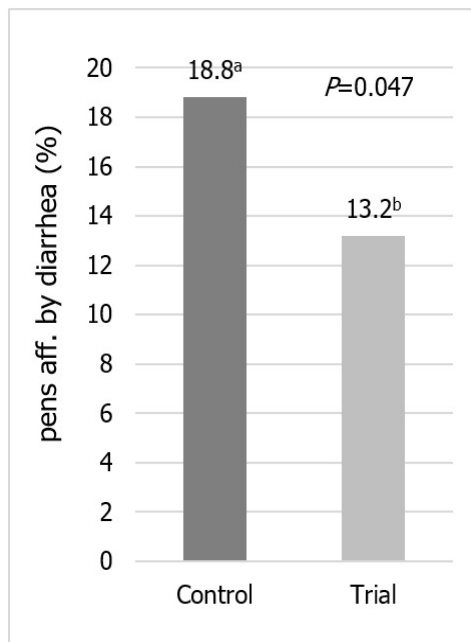


Figure 1: Percentage of pens affected by diarrhea

The optimal score of „0“ was reached significantly more often in the trial group ( $P=0.003$ ), especially during the first phase of the trial. A trend was also observed in the second phase ( $P=0.060$ ). A positive effect on calf feces is also confirmed by the percentage of pens affected by diarrhea as shown in figure 1. With 26.5% in the control group and 18.4% in the trial group, the percentage is clearly higher in phase 1 compared to the second phase with 9.0% and 6.5% respectively. Some calves also had blood and mucous membrane in the feces, which could be a sign of a coccidia infection. The mortality was not affected by the treatment. While two calves died in control group, only one in the trial group died.

A positive effect of the hydrolyzed yeast on animal health was also shown in the required individual treatments. While 153 (1.43/animal) antibiotic treatments per animal were needed in the control group, only 93 antibiotic treatments were necessary in the trial group, which represents a reduction of 37%. This is also reflected in lower treatment costs per animal of 2.34€ for the trial group, compared to 3.81€ in the control group (antibiotics + pain relievers and vitamins).

Due to the higher daily weight gain and the corresponding higher final body weight, the calculated sales prices in the trial group were also higher. While the control group generated a price per animal of 806.78€ (gross, 10.7 % VAT), the proceeds in the trial group were 816.08€ per animal. The animals of the trial and control groups were both sold on the last day of the trial.

## Discussion

Compared to the feeding recommendations of the LfL (2018), the calves in trial group showed an adequate performance level, despite a low use of MR (16.1 kg MR obtained over 4.5 weeks), while the control group was on a low to medium level. Especially the supply of the hydrolyzed yeast in the first feeding phase had a marked effect on health and growth parameters in the trial group. Even after weaning, the trial group was able to further extend this difference, although the difference in DWG became smaller compared to the calves in control group.

Studies with younger calves also confirm an improved weight development through the addition of MOS (Ghosh and Mehla 2012; Sharma et al., 2018), whereas a study with hydrolyzed yeast does not confirm this (Kim et al., 2011). However, these three studies have a higher feed intake of the supplemented groups in common, which could not be observed in the present study as feed was offered not *ad libitum*, but restricted (MR) and *semi ad libitum* (TMR), respectively. In the present study, a similar feed intake and a better growth performance indicated a better utilization of DM (and thus also of energy and protein), which was also described in some of the studies mentioned.

In the studies above, the positive influence of the digested yeast and/or its cell walls on the occurrence of diarrhea is also confirmed, as well as the general animal health and immune modulation. This effect was also shown in the experimental group via improved fecal consistency, a lower percentage of pens affected by diarrhea and the number of individual treatments.



## Conclusion

The use of hydrolyzed yeast product TechnoYeast in calves reared for beef production at 10 g per animal per day via the MR and 0.5% in the starter feed showed clearly positive effects on the performance and animal health of the calves:

- Improved DWG by 73g (P1: +129g; P2: +78g; P3: +42g; initial weight 82kg, age 6 weeks, test duration 14 weeks)
- Improved nutrient conversion ratio (dry matter, energy and crude protein)
- Feces consistency improved especially in milk phase; diarrhea affected pens reduced from 18.8% to 13.2%
- Number of individual animal treatments and also the use of antibiotics reduced by 37%

As a result of the improved performance and animal health, the costs for individual animal treatments were reduced by € 1.47 and the revenue increased by € 9.30 (gross) per animal.

## References

- Brade, W. and G. Flachowsky. 2007. Rinderzucht und Rindfleischherzeugung: Empfehlungen für die Praxis. FAL Sonderheft 313. Landbauforschung Völknerode, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft FAL, Braunschweig.
- Ghosh, S. and R. K. Mehla. 2012. Influence of dietary supplementation of prebiotics (mannan-oligosaccharide) on the performance of crossbred calves. *Tropical Animal Health and Production* 44(3):617–622. doi:10.1007/s11250-011-9944-8.
- Kim, M. H., J. K. Seo, C. H. Yun, S. J. Kang, J. Y. Ko and J. K. Ha. 2011. Effects of hydrolyzed yeast supplementation in calf starter on immune responses to vaccine challenge in neonatal calves. *Animal* 5(6):953–960. doi:10.1017/S1751731110002673.
- LfL. 2018. Gruber Tabelle zur Fütterung in der Rindermast. 22. Version, Freising-Weihenstephan.
- Meine-Schwenker, H. 2018. Antibiotika – fast jeder zweite Betrieb mit Maßnahmeplan. <https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/2043/article/31927.html>.
- Sharma, A. N., S. Kumar, and A. K. Tyagi. 2018. Effects of mannan-oligosaccharides and *Lactobacillus acidophilus* supplementation on growth performance, nutrient utilization and faecal characteristics in Murrah buffalo calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 102(3):679–689. doi:10.1111/jpn.12878

### Corresponding author:

Barbara Hoping  
Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsgesellschaft mbH  
Küstermeyerstr. 16  
49393 Lohne  
Germany  
E-Mail: [hoping@biochem.net](mailto:hoping@biochem.net)

# Neutralisationskapazität von standardisierten Huminsäuren auf ausgewählte Schadstoffe und Toxine in Abhängigkeit von dem pH-Wert

**Matthias Tünte<sup>1</sup>, Jan-Bernd Reeken<sup>1</sup>, Svent Haufe<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> GITES GmbH, 48336 Sassenberg, Deutschland

<sup>2</sup> WH Pharmawerk Weinböhla GmbH, 01689 Weinböhla, Deutschland

## Einleitung

Verschiedene Arten von Schadstoffen und Toxinen in Futtermitteln können in der Ernährung von Warmblütern schädigende Effekte ausüben. Wichtige Vertreter dieser Gruppe von Toxinen in Futtermitteln sind Mykotoxine, bakterielle Lipopolysaccharide (LPS) und Pestizide. Eine interessante Naturstoffgruppe zur Neutralisation von schädigenden Stoffen in Futtermitteln sind Huminstoffe, insbesondere Huminsäuren. In den vergangenen Jahrzehnten wurden immer wieder Studien zu dem Neutralisationspotential von Huminstoffen auf ausgewählte Schadstoffe, u.a. auch Mykotoxine durchgeführt. In 2015 wurden in Belgien 27 verschiedene Toxinbinder auf ihre Adsorptionseigenschaften hinsichtlich des Mykotoxins Zearalenon (ZEA) untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass im Vergleich die Produkte mit Huminsäuren besonders gute Effekte bei ZEA aufweisen (De Mil et al., 2015). Neben dem ZEA nimmt auch das Aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>) eine zentrale Stellung ein. Bei dem AFB<sub>1</sub> konnten durch den Zusatz von Huminsäuren im Broilerfutter positive Effekte festgestellt werden (Arafat et al., 2017). Demgegenüber konnten in einem Versuch zur Absorption von Deoxynivalenol (DON) in der Fütterung von Schweinen keine positiven Effekte festgestellt werden (Dänicke et al., 2012). Eine weitere bedeutende Gruppe von Toxinen sind die bakteriellen Lipopolysaccharide (LPS), die auch als Endotoxine bezeichnet werden. In einer Studie wird berichtet, dass Huminsäuren die schädigenden Wirkungen von LPS reduzieren konnten (Weber et al., 2014). Andere Vertreter von Schadstoffen können synthetische Substanzen wie beispielsweise Pestizide sein. Vor diesem Hintergrund wurde in mehreren Untersuchungen der Einfluss von Pflanzenkohlen und Huminsäuren auf die Neutralisation von Glyphosat im Organismus von verschiedenen Tierarten untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, dass Huminsäuren insbesondere im Vergleich zu Pflanzenkohlen besonders starke Neutralisationseigenschaften von Glyphosat aufweisen (Gerlach et al., 2014, Shehata et al., 2014). Es gibt weiterführende wissenschaftliche Belege, dass Huminstoffe gute Neutralisationskapazitäten auf diverse Schadstoffe haben. Das Ziel dieser Untersuchung ist, die Neutralisationskapazität der standardisierten Huminsäuren des Typs WH67<sup>®</sup> auf ausgewählte Schadstoffe und Toxine in Abhängigkeit von dem pH-Wert zu bestimmen.

## Material und Methoden

Für die vorliegende Untersuchung wurden die standardisierten Huminsäuren des Typs WH67<sup>®</sup> verwendet. Die Huminsäuren WH67<sup>®</sup> bestehen aus einer Komposition von definierten hochmolekularen Huminsäuren. Diese sind u.a. dadurch gekennzeichnet, dass sie Molmassen von über 10.000 Dalton aufweisen, nicht in Wasser, aber im alkalischen Milieu löslich sind. Durch eine patentierte Herstellung können die Huminsäuren des Typs WH67<sup>®</sup> als Adsorptionsmittel eingesetzt werden. In diesem Versuch wurde das kommerzielle Produkt mit den Handelsnamen WH67<sup>®</sup> EG02 der Charge 391018 verwendet. Dieses Produkt wird als Feed Grade auf der Grundlage der EU-VO Nr.

68/2013 in Verkehr gebracht und ist besonders arm an unerwünschten Begleitstoffen wie Schwermetallen oder Dioxinen.

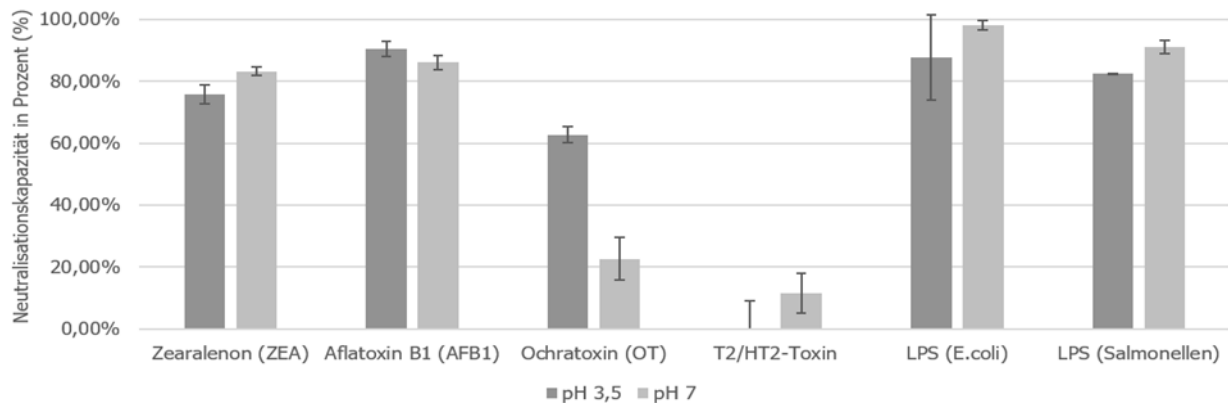
Die Messungen der Neutralisationskapazität wurde durch das akkreditierte Labor aokin AG bei pH 3,5 und pH 7 in Doppelbestimmung durchgeführt. Die Messung bei pH 3,5 spiegelt die pH-Verhältnisse im Magen und pH 7 die pH-Verhältnisse im Darm wider. So können Rückschlüsse auf die Funktion der Huminsäure WH67® im gesamten Magen-Darm-Trakt gezogen werden. Für die Untersuchungen wurden folgende Stoffe und Methoden angewendet (**Tabelle**).

**Tabelle:** Übersicht der verwendeten Stoffe und Methoden

Toxin	Methode	Konzentration Toxin	Konzentration WH67® EG02
<b>Zearalenon</b>	PP054-00 R3 04/18	1 ppm	0,1 %
<b>Aflatoxin B<sub>1</sub></b>	PP054-00 R3 04/18	1 ppm	0,1 %
<b>Ochratoxin</b>	PP054-00 R3 04/18	1 ppm	0,1 %
<b>T2/ HAT2 Toxin</b>	PP054-00 R3 04/18	1 ppm	0,1 %
<b>LPS Escherichia coli O55:B5</b>	Recombinant Factor C Fluorescence Assay	10 <sup>5</sup> EU/mL	0,1 %
<b>LPS Salmonella enterica serotype typhimurium</b>	Recombinant Factor C Fluorescence Assay	10 <sup>5</sup> EU/mL	0,1 %

## Ergebnisse

In der **Abbildung** sind die Ergebnisse für die Messungen der Neutralisationskapazitäten dargestellt. Für die Mykotoxine ZEA und AFB<sub>1</sub> konnten sowohl bei pH 3,5 als auch pH 7 hohe Neutralisationskapazitäten festgestellt werden. Für ZEA konnte eine Neutralisationskapazität bei pH 3,5 von 75,9 % (± 3,1 %) und bei pH 7 von 83,2 % (± 1,4 %) analysiert werden. Für AFB<sub>1</sub> liegt die Neutralisationskapazität für pH 3,5 bei 90,5 % (± 2,5 %) und für pH 7 bei 86,1 % (± 2,2%). Die Neutralisationskapazität des OT lag bei pH 3,5 bei 62,8 % (± 2,6 %) und bei pH 7 bei 22,7 % (± 7,0 %). Es wurde ein deutlicher Abfall der Kapazität von pH 3,5 zu pH 7 festgestellt. Für das T2/HAT2 lagen die Werte für pH 3,5 bei 0,0 % (± 9,2%) und für pH 7 bei 11,5 % (± 6,4 %), sodass nahezu keine Neutralisationskapazität messbar war.



**Abbildung:** Neutralisationskapazitäten von Huminsäuren des Typs WH67® auf ausgewählte Toxine in Prozent bei pH 3,5 und pH 7

Aus der Kategorie der bakteriellen Toxine wurde die Neutralisationskapazität der LPS von E.Coli und der LPS von S.thyphimurium untersucht. Für die E.Coli-LPS ergaben die Analysen bei pH 3,5 eine Neutralisationskapazität von 87,8 % ( $\pm 13,8$  %) und bei pH 7 von 98,2 % ( $\pm 1,5$  %). Ebenso konnten für die LPS von S.thyphimurium sehr hohe Neutralisationskapazitäten von 82,6 % ( $\pm 0,1$  %) bei pH 3,5 und 91,2 % ( $\pm 2,1$  %) bei pH 7 ermittelt werden. Letztere Ergebnisse bestätigen historische Daten aus Untersuchungen an der veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig.

## Diskussion

In der Literatur ist beschrieben, dass Huminsäuren „über ionische, komplexe, chelatierende und polar adsorbierende Bindungen“, Verbindungen mit anderen Stoffen eingehen können (Krüger et al., 2015). Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass die Huminsäuren des Typs WH67® unabhängig von den pH-Werten 3,5 oder 7 sehr hohe Neutralisationskapazitäten für ZEA, AFB<sub>1</sub>, E.Coli-LPS und S.thyphimurium-LPS aufweisen. Die Unabhängigkeit vom pH-Wert zeigt, dass die neu entstandenen Verbindungen sehr stabil sind. Ausgehend davon, dass der pH 3,5 das Milieu im Magen und der pH 7 das Milieu des Darmes von Warmblütern widerspiegelt, kann davon ausgegangen werden, dass die Huminsäure-Toxin-Verbindungen für die benannten Toxine im gesamten Magen-Darm-Trakt neutralisiert und aus dem Körper ausgeschieden werden. Büsing, (2001) konnte in ihrer Studie zum Verbleib von aktivierten hochmolekularen Huminsäuren im Organismus von Schweinen nachweisen, dass diese im Darm verbleiben und nicht resorbiert werden. Im Ergebnis der Untersuchung bleibt festzustellen, dass stabile Huminsäure-Toxin-Verbindungen nicht resorbiert werden und sicher aus dem Organismus von Warmblütern eliminiert werden können. Bisherige Untersuchungen lassen zusätzlich den Rückschluss zu, dass Wechselwirkungen zwischen Huminstoffen und den einzelnen Toxinen unterschiedlich sein können (De Mil et al., 2015, Arafat et al., 2017, Dänicke et al., 2012). Dies konnte nun durch die vorliegende Arbeit weiter bestätigt werden, denn bei den Toxinen OT und T2/HAT2 konnten nur geringe Neutralisationskapazitäten festgestellt werden. Diese waren zudem auch abhängig von dem pH-Wert unterschiedlich ausgeprägt. Hieraus lässt sich ableiten, dass diese Verbindungen weniger stabil sind. Offensichtlich sind die Neutralisationskapazitäten der Huminsäuren des Typs WH67® selektiv und der Erfolg scheint von den spezifischen Moleküleigenschaften der Reaktionspartner abzuhängen.

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass die Huminsäuren des Typs WH67<sup>®</sup> sehr gute Neutralisationskapazitäten für ausgewählte Toxine aufweisen. Das Prinzip lässt sich jedoch nicht einfach verallgemeinern. Für die Toxine AFB<sub>1</sub>, ZEA, E.Coli-LPS und S.thyphimurium-LPS konnten für beide pH-Werte 3,5 und 7 sehr hohe Neutralisationskapazitäten nachgewiesen werden. Dies kann auf starke und stabile chemische Bindungen zwischen dem WH67<sup>®</sup> und den Toxinen zurückgeführt werden. Mit Neutralisationskapazitäten von deutlich über 80 % bis hin zu 98,2 % können besonders starke chemische Bindungen zwischen dem WH67<sup>®</sup> und LPS abgebildet werden. Für OT war die Neutralisationskapazität geringer ausgeprägt als gegenüber den o.g. und pH-Wert abhängig. Keine Neutralisationskapazität wurde gegenüber dem Toxin T2/HAT2 festgestellt. Zusammenfassend zeigt die vorliegende Untersuchung, dass die Huminsäuren des Typs WH67<sup>®</sup> eine effektive Substanz zur Neutralisation von ausgewählten Schadstoffen und somit zur Entgiftung von z.B. Warmblütern darstellt. Das Wissen ist Basis für einen gezielten, effektiven und wirtschaftlichen Einsatz wertvoller Huminsäuren in der Tierernährung.

## Literaturverzeichnis

- Arafat R.Y., Khan S.H., Saima 2017. Evaluation of Humic Acid as an Aflatoxin Binder in Broiler Chicks. Ann. Anim. Sci. 17: 241-255.
- Büsing K. 2001. Licht- und elektronenmikroskopischer Nachweis oral aufgenommener Huminsäuren in der duodenalen Darmwand des Schweins. Dissertation, Universität Leipzig.
- Dänicke S., Brosig B., Klunker L.R., Kahlert S., Kluess J., Döll S., Valenta H., Rothkötter H.-J. 2012. Systemic and local effects of the Fusarium toxin deoxynivalenol (DON) are not alleviated by dietary supplementation of humic substances (HS). Food and Chemical Toxicology. 50: 979-988.
- De Mil T., Devreese M., De Baere S., Van Ranst E., Eeckhout M., De Backer P., Croubels S. 2015. Characterization of 27 Mycotoxin Binders and the Relation with in Vitro Zearalenone Adsorption at a Single Concentration. Toxins. 7: 21-33.
- Gerlach H., Gerlach A., Schrödl W., Schottdorf B., Haufe S., Helm H., Shehata A., Krüger M. 2014. Oral Application of Charcoal and Humic acids to Dairy Cows Influences Clostridium botulinum Blood Serum Antibody Level and Glyphosate Excretion in Urine. J. Clin. Toxicol. 4: 1-8.
- Krüger M., Shehata A., Schrödl W., Neuhaus J., Haufe S. 2015. Huminsäuren beeinflussen die antibakterielle Wirkung des Totalherbizides Glyphosat auf die Fäkalflora und die Ausscheidung über den Urin. Int. J. für orthomolekulare und verwandte Medizin. 153: 1-8.
- Shehata A.A., Schrödl W., Schledom P., Krüger M. 2014. Distribution of Glyphosate in Chicken Organs and its Reduction by Humic Acid Supplementation. J. Poult. Sci. 51: 333-337.
- Weber T.E., Van Sambeek D.M., Gabler N.K., Kerr B.J., Moreland S., Johal S., Edmonds M.S. 2014. Effects of dietary humic and butyric acid on growth performance and response to lipopolysaccharide in young pigs. J. Anim. Sci. 92: 4172-4179.

### Autorenanschrift:

Matthias Tünte  
GITES GmbH  
Gröbblingen 80  
48336 Sassenberg  
m.tuente@gites-gmbh.de

# Einfluss der Fütterung von standardisierten Huminsäuren an Legehennen auf ausgewählte Leistungs- und Eiqualitätsparameter sowie die Mortalität

**Matthias Tünte<sup>1</sup>, Margit Strohmaier<sup>1</sup>, Kristina Kohlleppel<sup>1</sup>, Gert Gammel<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> GITES GmbH, 48336 Sassenberg, Deutschland

<sup>2</sup> Dr. Gert Gammel, Biometriker, Deutschland

## Einleitung

Die gegenwärtigen Legehybriden sind zweifelsohne mit Hochleistungssportlern zu vergleichen. Neben der Genetik und dem Management ist die Fütterung eine wesentliche Stellschraube zur Unterstützung der Gesunderhaltung und der Leistungsbereitschaft von Legehennen. Dabei hat der Einsatz von Naturstoffen spürbar an Bedeutung gewonnen. Huminsäuren, die zur unlöslichen Fraktion der Huminstoffe gehören, sind bekannt für ihre positiven Einflüsse auf den Magen-Darm-Trakt von Warmblütern.

Shermer et al., (1998) weisen nach, dass der Einsatz von Huminstoffen die Darmflora von Legehennen stabilisiert und die Ausnutzung von Nährstoffen aus dem Futter verbessert. Der Einsatz von Huminsäuren kann das Eigewicht und die Legerate signifikant steigern (Abo-Egla El-Samra et al., 2011). Ergin et al., (2009) können ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf die Legeleistung, jedoch keinen Effekt auf das Eigewicht nachweisen. Kucukersan et al., (2005) stellen numerische Unterschiede bei den Parametern Legerate und Eigewicht zugunsten der Versuchstiere fest.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, den Einfluss der Fütterung von Huminsäuren des Typs WH67<sup>®</sup> an Legehennen auf ausgewählte Leistungs- und Eiqualitätsparameter sowie die Mortalität unter Praxisbedingungen zu untersuchen.

## Material und Methoden

Für die vorliegende Untersuchung wurden die standardisierten Huminsäuren des Typs WH67<sup>®</sup> verwendet. Die Huminsäuren WH67<sup>®</sup> bestehen aus einer Komposition von definierten hochmolekularen Huminsäuren. Diese Huminsäuren sind u.a. dadurch gekennzeichnet, dass sie Molmassen von über 10.000 Dalton aufweisen, nicht in Wasser, aber im alkalischen Milieu löslich sind. Durch eine patentierte Herstellung können die Huminsäuren des Typs WH67<sup>®</sup> als Biotikum zur Stabilisierung der Darmfunktion eingesetzt werden. In diesem Versuch wurde das kommerzielle Produkt mit den Handelsnamen WH67<sup>®</sup> EG02 der Charge 320718 verwendet. Dieses Produkt wird als Feed Grade auf der Grundlage der EU-VO Nr. 68/2013 in Verkehr gebracht und ist besonders arm an unerwünschten Begleitstoffen wie Schwermetallen oder Dioxinen.

Der Versuch wurde über 49 Wochen hinweg auf einem landwirtschaftlichen Praxisbetrieb in einem Stall mit zwei baugleichen Abteilen in Österreich durchgeführt. In jedem der beiden zwangsbelüfteten Bodenhaltungsabteile wurden 14.000 Legehennen der Rasse Lohmann Brown-Classic eingestallt. Das Alter der Tiere betrug zur Einstallung 19 Wochen. Jedem Stallabteil stand ein eigenes Futtersilo und damit eine separate Futterlinie zur Verfügung, sodass das eine Abteil als Versuchs- und das andere als Kontrollabteil diente. Die Varianten unterschieden sich lediglich durch die Zugabe von 1 kg WH67<sup>®</sup>

EG02 pro Tonne Mischfutter (Legestarter und Legefutter) für die Versuchsgruppe (VG). Die Tiere der Kontrollgruppe (KG) erhielten keine Zulage. Zu den erhobenen Leistungsparametern gehörten neben der Eizahl auch die Eimasse, und das Einzeleigewicht. Zu den Eiqu alitätsparametern zählten die Brucheier, Schmutzeier und blutige Eier sowie die Anzahl der Eier in Klasse A und B. Außerdem wurde die Mortalität der Legehennen erfasst. Für die statistische Auswertung der Daten wurde mit dem Programm SAS ein t-Test für unverbundene Stichproben durchgeführt. Hierzu wurden die Daten der Legeperiode der 21. bis 70. Lebenswoche herangezogen.

## Ergebnisse

Die Leistungsergebnisse in den **Tabellen 1** und **2** zeigen, dass der Einsatz der Huminsäuren des Typs WH67® die Leistungsparameter der Legehennen deutlich steigern kann. Die Gesamteizahl lag in der KG im Mittel pro Woche bei 77.232 Eiern gegenüber 79.447 Eiern in der VG. Die Differenz betrug im Mittel 2.215 Eier und zeigte eine statistische Tendenz ( $p < 0,15$ ). Mit Blick auf die Gesamtzahl der im Versuch gelegten Eier zeigt sich, dass die Versuchstiere 120.115 Eier mehr gelegt haben. Das bedeutet, dass pro Anfangshenne (AH) 5,3 Eier mehr produziert wurden, was sich in einer gesteigerten Legeleistung von +3,7 % widerspiegelt. Somit haben die Hennen der VG pro Woche im Mittel 122,6 kg bzw. über den gesamten Versuch 6.104 kg Eimasse mehr produziert, was für jede AH pro Woche im Mittel einer Menge von 0,239 kg Eimasse entspricht bzw. 0,44 kg über den gesamten Versuchszeitraum. In der VG war das durchschnittliche Eigewicht geringfügig geringer.

**Tabelle 1:** Ergebnisse der Leistungsparameter, dargestellt als Mittelwerte pro Legewoche

Parameter	Einheit	Kontrolle [n = 49]	Versuch [n = 49]	Differenz	p
Eier pro Woche	Stück	77.232*	79.447*	+ 2.215	0,137
Eier pro AH	Stück	141,21	146,51	+ 5,3	0,746
Legeleistung	%	87,36	87,69	+ 0,33	0,827
Eimasse pro Woche	kg	4.747,2	4.869,9	+ 122,6	0,222
Eimasse pro AH	kg	8,513	8,752	+ 0,239	0,814
Einzeleigewicht	Gramm	61,42	61,27	- 0,15	0,806

\* statistische Tendenz ( $p < 0,15$ )

**Tabelle 2:** Leistungsergebnisse als Gesamtwerte im Untersuchungszeitraum (deskriptiv)

Parameter	Einheit	Kontrolle	Versuch	Differenz
Eier gesamt	Stück	3.808.541	3.928.656	+ 120.115
Eier pro AH	Stück	272,04	280,62	+ 8,58
Eimasse gesamt	kg	233.662	239.766	+ 6.104
Eimasse pro AH	kg	16,69	17,13	+ 0,44

In den **Tabellen 3** und **4** sind die Ergebnisse der Eiqu alitätsparameter dargestellt. Es konnte festgestellt werden, dass der Anteil von Brucheiern bei den Legehennen der VG im Mittel um 8,5 % geringer war. In Bezug auf die Gesamteizahl war der Bruchanteil in der VG um ca. 0,25 Prozentpunkte, was 11,2 % entspricht geringer. Die Anzahl der Bluteier (im Durchschnitt und in Bezug auf die Gesamteizahl) unterschieden sich zwischen den beiden Varianten ebenfalls. In der Versuchsgruppe war das Auftreten von Bluteiern um 10 % reduziert. In Bezug auf die Gesamteizahl unterscheiden sich die Varianten bei dem Anteil der Schmutzeier nicht (0,03 Prozentpunkte). Jedoch weist die VG, bedingt durch die höhere Gesamteizahl, eine geringfügig höhere Schmutzeieranzahl auf. Insgesamt zeigt sich, dass die Tiere der VG 8,63 Eier mehr der Klasse A legten, was 3,4 % entspricht. Parallel wurden 0,06 Eier der Klasse B weniger gelegt (0,34 %).

**Tabelle 3:** Ergebnisse der Equalitätsparameter, dargestellt als Mittelwerte pro Legewoche

Parameter	Einheit	Kontrolle [n = 49]	Versuch [n = 49]	Differenz	p
Brucheier	Stück	1.773,3	1.623,8	-149,5	0,431
Blutige Eier	Stück	24,43	22,23	-2,20	0,288
Schmutzeier	Stück	3.297,7	3.424,8	+ 127,1	0,500

**Tabelle 4:** Ergebnisse der Equalität als Gesamtwerte im Untersuchungszeitraum (deskriptiv)

Parameter	Einheit	Kontrolle	Versuch	Differenz
Brucheier	Stück	83.345 (2,197 %)	76.320 (1,951 %)	-7.025
Blutige Eier	Stück	1.148 (0,030 %)	1.067 (0,027 %)	0,003
Schmutzeier	Stück	161.585 (4,261 %)	167.815 (4,291 %)	-0,03
Eier Klasse A je AH	Stück	254,36 (93,5 %)	262,99 (93,7 %)	+ 8,63
Eier Klasse B je AH	Stück	17,68 (6,5 %)	17,62 (6,3 %)	-0,06

Die Ergebnisse der Mortalität in **Tabelle 5** zeigen, dass in der VG insgesamt mit 1750 Verlusten, deutlich weniger Verluste aufgetreten sind als in der KG mit 2186 Verlusten (-20 %). Im Mittel unterschieden sich die durchschnittliche Anzahl der verbliebenen Hühner signifikant ( $p = 0,016$ ). Prozentual unterschieden sich die Gruppen somit insgesamt um 3,1 Prozentpunkte zugunsten der VG, was pro Woche ca. 9 verlorene Tiere weniger bedeutet.

**Tabelle 5:** Ergebnisse der Mortalität, dargestellt als Mittelwerte pro Legewoche

Parameter	Einheit	Kontrolle [n = 49]	Versuch [n = 49]	Differenz	p
Verluste insgesamt*	Stück	2186	1750	-436	-
Verluste insgesamt*	%	15,6	12,5	-3,1	-
Anzahl Hühner Ø	Stück	12643 <sup>a</sup>	12944 <sup>b</sup>	+ 301,3	0,016
Verluste	Stück	44,61	35,71	-8,90	0,568
Verluste	%	0,344	0,271	-0,073	0,524

\* Verluste als Gesamtwerte im Untersuchungszeitraum

Hochgestellte Kleinbuchstaben (<sup>a,b</sup>) kennzeichnen signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,05$ )

## Diskussion

In der Literatur finden sich eine Vielzahl von Studien zum Einsatz von Huminstoffen bei Geflügel (Arif et al., 2019). Die überwiegende Mehrheit der Studien wurde bei Broilern durchgeführt, wobei neben Leistungsparametern auch die Verdaulichkeit und die Gesundheitsparameter sowie der Einfluss auf das Immunsystem Gegenstand der Forschung sind. Vereinzelt existieren Studien in denen der Einsatz von Huminstoffen bei Legehennen untersucht wird. Einzelne Studien weisen deutliche Tendenzen für einen positiven Einfluss von Huminstoffen in der Legehennenfütterung auf.

Da die in Studien eingesetzten Präparate häufig nicht genauer spezifiziert werden, ist eine Vergleichbarkeit der Studien schwer. Hinzu kommen, dass die Huminstoffe als Vertreter der Naturstoffe gewissen Schwankungen in Qualität und Zusammensetzung unterliegen können, was enormen Einfluss auf die Funktionalität haben kann. Bei den Huminsäuren des Typs WH67<sup>®</sup> handelt es sich um ein standardisiertes Ergänzungsfuttermittel, welches eine gleichbleibende Qualität und Funktionalität aufweist.

Huminsäuren WH67<sup>®</sup> verbessern als natürliches Biotikum die Darmfunktion von Legehennen. Sie neutralisieren toxische Stoffe wie Endo- und Mykotoxine sowie Glyphosat im Darm der Tiere. Darüber



hinaus wird die positive Mikroflora wie z.B. Laktobazillen gefördert, die Darmschleimhaut geschützt und die Nährstoffaufnahme gesteigert. Außerdem sind über 70 % des Immunsystems mit der Darmwand verbunden, sodass eine durch Huminsäuren gestärkte Darmwand die Abwehrkraft der Tiere gegenüber schädigenden Organismen erhöht. Durch diese Vielzahl von Effekten der Huminsäuren WH67<sup>®</sup> wird die Vitalität der Tiere gesteigert, was sich letztlich z.B. in der um 20 % verringerten Mortalität der VG gegenüber der KG in dem vorliegenden Versuch zeigt. Dies konnte anhand des Parameters „Anzahl der verbliebenden Hühner“ sogar statistisch signifikant ( $p = 0,016$ ) abgesichert werden. Zudem bedeutet eine höhere Vitalität auch, dass mehr Energie für die Leistungserbringung zur Verfügung steht. Somit ist es nur folgerichtig, dass in dem vorliegenden Versuch die Legeleistung und die Anzahl der produzierten Eier gesteigert werden konnte. Auch hier war eine statistische Tendenz ( $p = 0,137$ ) festzustellen. Neben der Mortalität und Legeleistung konnten ebenfalls Einflüsse auf die Eiquantität ermittelt werden.

Zwar ist der absolute Anteil an Schmutzeiern im Mittel in der VG höher als in der KG, jedoch zeigt sich, dass bedingt durch die höhere Gesamteizahl, der relative Anteil an Schmutzeiern in beiden Gruppen auf nahezu gleichem Niveau befindet. Insgesamt zeigt sich, dass der Anteil an Eiern der Klasse A bei den Hühnern der VG um 3,4 % höher ist und der Anteil an Eiern der Klasse B um 0,34 % geringer ist. Somit ergibt sich in Bezug auf die gesteigerte Legeleistung, dass einerseits der Anteil der Eier der Klasse A um 0,2 % höher und der Anteil der Eier der Klasse B um 0,2 % geringer ausfällt. Dies deutet darauf hin, dass durch den Einsatz der Huminsäuren des Typs WH67<sup>®</sup> der Anteil an Eiern der qualitativ höheren Klasse A gesteigert werden kann. Die Steigerung bei der Eiquantität lässt sich ähnlich wie bei den zuvor genannten Parametern mit einer verbesserten Darmgesundheit durch Fütterung der Huminsäuren WH67<sup>®</sup> erklären. Ein reduzierter Anteil von Brucheiern, kann für eine stabilere Eischale sprechen. Schon Ergin et al. (2009) konnten zeigen, dass Huminsäuren in der Lage sind die Eischalenstabilität zu stärken. Eine stärkere Eischalenstabilität kann mitunter durch eine optimierte Nährstoffaufnahme und -verfügbarkeit erzielt werden, was in der Konsequenz zum Beispiel die in dem vorliegenden Versuch ermittelte Verringerung der Brucheier um 8,5 % in der VG erklären kann.

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die Fütterung der Huminsäuren vom Typ WH67<sup>®</sup> an Legehennen positive Effekte auf ausgewählte Leistungs-, Eiquantitätsparameter sowie die Mortalität nehmen kann. Der Versuch brachte folgende Ergebnisse hervor:

- Steigerung der Gesamteizahl ( $p = 0,137$ )
- Erhöhung der Legerate
- Gleichbleibendes Eigewicht
- 8,5 % weniger Brucheier
- 10 % weniger Bluteier
- Steigerung des Anteil an Eiern der Klasse A
- Signifikant mehr verbliebene Hühner ( $p = 0,016$ )
- 20 % geringere Verluste

## Literatur

Abo-Egla El-Samra, H., Ismail, F. S. A., Abd El-Ghany, F. A., Assar, M. H. (2011): Effect of humic acid and bio-mos Supplementation on egg production and quality parameters in local hens. Journal of Animal and Poultry Production, Vol. 2 (4): 55 – 63.

Arif, M., Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E., Saeed, M., Arain, M. A., Alnesr, S. S. (2019): Humic acid as a feed additive in poultry diets: a review. Iranian Journal of Veterinary Research, Vol. 20, No. 3, Ser. No. 68, 167 – 172.

Ergin, O., Isa, C., Nuh, O., Guray, E. (2009): Effects of dietary humic substances on egg production and egg shell quality of hens after peak laying period. African Journal of Biotechnology, Vol. 8 (6), 1155 – 1159.

Kucukersan, S., Kucukersan, K., Colpan, I., Goncuoglu, E., Reisli, Z., Yesilbag, D. (2005): The effects of humic acid on egg production and egg traits of laying hens. Veterinary Medicine Czech, 50 (9), 406 – 410.

Shermer, C. L., Maciorowski, K. G., Bailey, C. A., Byers, F. M., Ricke, S. C. (1998): Caecal Metabolites and Microbial Populations in Chickens consuming diets containing a mined Humate compound. Journal of the Science of Food and Agriculture, 77, 479 – 486.

### Autorenanschrift:

Matthias Tünte  
GlTES GmbH  
Gröbblingen 80  
48336 Sassenberg  
m.tuente@gites-gmbh.de

## Autorenverzeichnis

Araujo .....	158	Glatz-Hoppe .....	68
Bader .....	82	Glowacki .....	82
Bargo .....	149	Gott .....	178
Bartelt .....	190	Götz .....	87
Becher .....	134	Grilli .....	190
Beintmann .....	60	Grundler .....	82
Belz .....	141	Guilet .....	141
Benarbia .....	141	Haidn .....	12
Bessai .....	82	Hammerl .....	100
Bilau .....	82	Harks .....	194
Bradford .....	158	Hartmann .....	82
Brandl .....	54	Haufe .....	207
Brugger .....	95, 115	Hazenberg .....	194
Bruhn .....	107	Hoedtke .....	5
Brunlehner .....	42, 76	Hoeijmakers .....	194
Chicoteau .....	141	Hoffmann .....	115
Cisse .....	141	Holl .....	128
Damme .....	115	Honig .....	87
Daubinger .....	158	Hoping .....	202
de Groot .....	154	Hoppe .....	60
Denißen .....	60	Hummel .....	202
Doeschate .....	185	Ibraheem .....	158
Engels .....	82	Inhuber .....	95
Ettle .....	87, 95, 100	Jäckel .....	82
Faba .....	154	Jacob .....	82
Feldmann .....	38	Jacobs .....	194
Fenske .....	165	Jänicke .....	82
Fittje .....	82	John .....	60
Friedrich .....	141	Junghans .....	82
Gabinaud .....	141	Keimer .....	202
Gammel .....	211	Kempkens .....	82

Kindermann .....	172	Schalk .....	154
Koch .....	51	Schättler .....	82
Köhler B .....	82	Schätzl .....	82
Köhler P .....	82	Scherb .....	122, 134
Kohlleppel .....	211	Scherber .....	60
Kowalewicz .....	82	Schlagheck .....	202
Kraft .....	76, 115	Schmitz .....	19
Kröger .....	128, 185	Schneider M .....	82
Kuenz .....	95, 115	Schneider S .....	24, 42, 76
Kvidera .....	158	Schomaker .....	172
Lingemann .....	19	Schön .....	165
Losand .....	68	Schröder .....	107
Lösel .....	82	Schuster .....	54, 100
Möddel .....	128	Segers .....	194
Murugesan .....	178	Spiekers .....	87, 95
Nell .....	194	Steinruck .....	149
Obermaier .....	100	Straub .....	82
Ocasio-Vega .....	149	Strohmaier .....	211
Papke .....	82	Tacconi .....	178
Pel .....	194	Turner .....	115
Perryman .....	158	Tünste .....	165, 207, 211
Pfeil .....	107	Turner .....	178
Philipps .....	149	van Hout .....	185
Preißinger .....	122, 134	Walker .....	172
Probstmeier .....	122, 134	Westendarp .....	165
Ramirez .....	178	Wiemann .....	172
Rauch .....	54	Wilhelm .....	185
Reeken .....	165, 207	Wiltafsky .....	115
Reindl .....	141	Windisch .....	87, 95, 115
Riepl .....	95	Wurth .....	82
Rodehutscord .....	1	Zemb .....	141
Rossi .....	190	Ziðler .....	122
Schäffler .....	31		

## Werbepartner

Wir danken folgenden Firmen für ihre großzügige Unterstützung:



**Agromed Austria GmbH**

Bad Haller Straße 23  
4550 Kremsmünster



**Alltech (Deutschland) GmbH**

Deller Weg 14  
D-41334 Nettetal



**Agrarmarkt Austria Marketing GmbH**

Dresdner Straße 68a  
A-1200 Wien



**Biomin Deutschland GmbH**

Röntgenstraße 27-29  
D-73431 Aalen



**BTC Europe GmbH**

Industriestraße 20  
D-91593 Burgbernheim

---

---

**Delacon**<sup>TM</sup>  
performing nature

**Delacon Biotechnik GmbH**

Weissenwolffstraße 14  
A-4221 Steyregg



**DR. ECKEL**  
creative solutions

**Dr. Eckel GmbH**

Im Stiefelfeld 10  
D-56651 Niederzissen



**DSM**

BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.

**DSM Nutritional  
Products GmbH**

Emil-Barell-Straße 3  
D-79639 Grenzach-Wyhlen

---

ew |

**nutrition**



**EW Nutrition GmbH**

Hogenbögen 1  
D-43429 Visbek



**LALLEMAND ANIMAL NUTRITION**

**Lallemand  
Animal Nutrition**

Postfach 34 01 02  
40440 Düsseldorf



**LKV Bayern e.V.**

Landsberger Straße 282  
D-80687 München



**MIAVIT GmbH**

Robert-Bosch-Straße 3  
D-49632 Essen (Oldb.)



**Orffa Deutschland GmbH**

Grünstraße 93  
D-46483 Wesel



**Phytobiotics  
Futterzusatzstoffe GmbH**

Wallufer Straße 10a  
D-65343 Eltville



**Pulte GmbH & Co. KG**

Hirtenweg 2  
D-82031 Grünwald



**Trouw Nutrition  
Deutschland**

Gempfinger Str. 15  
86666 Burgheim  
Deutschland / Germany



**Vetagro**

Via Porro, 2 –  
42124 Reggio Emilia  
Italy